

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID**

**Facultad de Medicina**

**Departamento de Obstetricia y Ginecología**

**ESTUDIO DEL FETO EN LA SEMANA 12 Y 14  
DE GESTACIÓN CON ECOGRAFÍA  
TRANSVAGINAL BIDIMENSIONAL Y  
TRIDIMENSIONAL.**

**Tesis Doctoral**

**ANA MARTÍNEZ LARA**

**Madrid, 2008**

Don José Manuel Bajo Arenas, Catedrático de Obstetricia y Ginecología, miembro del Departamento de Obstetricia y Ginecología de la Universidad Autónoma de Madrid como director del Proyecto de Tesis presentado por Doña Ana Martínez Lara, con el título:

“ESTUDIO DEL FETO EN LA SEMANA 12 Y 14 DE GESTACIÓN CON ECOGRAFÍA TRANSVAGINAL BIDIMENSIONAL Y TRIDIMENSIONAL.”

INFORMA QUE:

El trabajo presentado por Doña Ana Martínez Lara, realizado bajo mi dirección, reúne los requisitos científicos, metodológicos, formales y de originalidad suficientes para ser defendido como Tesis Doctoral ante el Tribunal que legalmente proceda.

Y para que conste donde proceda, se firma la presente en Madrid, a 28 de Abril de 2008.

Prof. Dr. Don José Manuel Bajo Arenas.

Don Luis San Frutos Llorente, Doctor en Ginecología y Obstetricia como director del Proyecto de Tesis presentado por Doña Ana Martínez Lara, con el título:

“ESTUDIO DEL FETO EN LA SEMANA 12 Y 14 DE GESTACIÓN CON ECOGRAFÍA TRANSVAGINAL BIDIMENSIONAL Y TRIDIMENSIONAL.”

INFORMA QUE:

El trabajo presentado por Doña Ana Martínez Lara, realizado bajo mi dirección, reúne los requisitos científicos, metodológicos, formales y de originalidad suficientes para ser defendido como Tesis Doctoral ante el Tribunal que legalmente proceda.

Y para que conste donde proceda, se firma la presente en Madrid, a 28 de Abril de 2008.

Dr. Luis San Frutos Llorente.

A Güito. A mis padres y a mi hermano.

Son lo más importante de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, mi agradecimiento al Profesor Bajo Arenas por contagiarnos su entusiasmo profesional, estímulo sin duda de esta tesis doctoral.

Al Dr. San Frutos, por su dedicación personal y su apoyo. Por que sin un león dentro de la cueva, nunca habría conseguido acabar esta tesis.

Agradezco al Dr. Izquierdo su ánimo y confianza durante todos estos años.

A Belén, compañera y amiga, por que has hecho que el camino hasta aquí fuera menos duro, las alegrías, más intensas y en general, por haber estado ahí siempre que lo he necesitado. Gracias.

Al Dr. Salazar, por instruirnos en el apasionante mundo de la ecografía, por su paciencia y su buen humor.

A la Dra. Engels, por su apoyo estadístico y principalmente por su tiempo, algo muypreciado en nuestra profesión.

A la Dra. Rodríguez y al Dr. Herranz, sin sus pacientes este trabajo no habría sido posible.

A Silvia, por su amistad.

A todos mis compañeros residentes, mayores y pequeños, principalmente por su paciencia. A Bebé, a Tere,...las noches sin vosotras no habrían sido iguales.

A mis maestros, el Dr. San Martín, la Dra. Álvarez, la Dra. Barbancho..., por vuestra docencia.

A las pacientes, fuente indispensable de este proyecto, les agradezco su confianza en nosotros.

A mis padres y a Cani, por empujarme a seguir, por apoyarme en todo momento y en definitiva, por que todo lo que soy os lo debo a vosotros.

Finalmente a Güito, por que sin ti ahora, nada sería posible. Por acompañar mi risa en los momentos de alegría y compartir mis lágrimas en los de tristeza. Este proyecto no habría sido posible sin tu infinita paciencia.

# ÍNDICE

---

## 1- INTRODUCCION

- Ultrasonografía en obstetricia. Evolución histórica e importancia en el momento actual 18
- Ecografía bidimensional 20
- Ecografía en el primer trimestre de gestación. Objetivos actuales 27
- Estudio morfológico del feto 35
- Ecografía del primer trimestre y cronología del desarrollo embrionario 39
- Consideraciones técnicas sobre la ecografía tridimensional 47
- Consideraciones sobre el programa VOCAL 57
- Consideraciones sobre el TUI 61
- Ecografía tridimensional en obstetricia 63

## 2- HIPOTESIS Y OBJETIVOS 66

## 3- PACIENTES, MATERIAL Y MÉTODO

- Pacientes 69
- Material y métodos 74

## 4- RESULTADOS

- Descriptivos
  - a) Ecografía bidimensional: - semana 14 84
  - semana 12. 90
  - b) Ecografía tridimensional: - VOCAL 95
  - TUI 95
- Analíticos
  - a) Comparación entre las semanas 12 y 14 98
  - b) Comparación en la semana 12 entre la ecografía bidimensional y la ecografía tridimensional con la aplicación TUI 107
  - c) VOCAL 112

5- DISCUSION	114
6- CONCLUSIONES	126
7- BIBLIOGRAFÍA	127



## Índice de tablas

---

- Tabla 1. Características de las ondas ultrasónicas y sus definiciones.
- Tabla 2. Imágenes, ventajas, inconvenientes y principales usos de los diferentes sistemas mecánicos de representación.
- Tabla 3. Planos de rotación, tipos de corte asociados y ejes de rotación.
- Tabla 4. Estructuras fetales estudiadas.
- Tabla 5. Biometrías en la semana 14.
- Tabla 6. Presentación fetal en la semana 14.
- Tabla 7. Estructuras visualizadas en la ecografía de semana 14.
- Tabla 8. Medidas de las estructuras en la semana 14.
- Tabla 9. Doppler en la semana 14.
- Tabla 10. Biometrías en la semana 12.
- Tabla 11. Presentación fetal en la semana 12.
- Tabla 12. Estructuras visualizadas en la ecografía de semana 12.
- Tabla 13. Medidas de las estructuras en la semana 12.
- Tabla 14. Doppler en la semana 12.
- Tabla 15. Resultados descriptivos de los volúmenes fetales.
- Tabla 16. Presentación fetal en la semana 12 en los fetos estudiados con TUI.
- Tabla 17. Estructuras visualizadas en la ecografía de semana 12 procesadas con TUI.
- Tabla 18. T- Test de las pacientes estudiadas en la semana 12 y en la 14.
- Tabla 19. Comparación de la localizaciones placentarias entre la semana 12 y la 14.
- Tabla 20. Comparación de las presentaciones fetales entre la semana 12 y la 14.
- Tabla 21. Comparación de la visualización de las estructuras cerebrales entre la semana 12 y la 14.
- Tabla 22. Comparación de la visualización de las estructuras de la cara entre la semana 12 y la 14.
- Tabla 23. Comparación de la visualización de las estructuras cardiacas entre la semana 12 y la 14.
- Tabla 24. Comparación de la visualización de las estructuras abdominales entre la semana 12 y la 14.
- Tabla 25. Comparación de la visualización de las extremidades entre la semana 12 y la 14.

Tabla 26. Comparación de la visualización del feto completo entre la semana 12 y la 14.

Tabla 27. Comparación de las medidas de las estructuras estudiadas entre la semana 12 y la 14.

Tabla 28. Comparación de los índices vasculares entre la semana 12 y la 14.

Tabla 29. Curva de aprendizaje.

Tabla 30. Relación entre el tiempo empleado y las estructuras visualizadas.

Tabla 31. Relación entre la visualización del feto completo en la semana 14 y la localización placentaria.

Tabla 32. Relación entre la visualización del feto completo en la semana 14 y la presentación fetal.

Tabla 33. Relación entre la visualización del feto completo en la semana 12 y la localización placentaria.

Tabla 34. Relación entre la visualización del feto completo en la semana 12 y la presentación fetal.

Tabla 35. T- Test de las pacientes estudiadas en la semana 12 con ecografía bidimensional y con TUI.

Tabla 36. Comparación de las localizaciones placentarias entre la ecografía bidimensional y el TUI.

Tabla 37. Comparación de las presentaciones fetales entre la ecografía bidimensional y el TUI.

Tabla 38. Comparación de la visualización de las estructuras cerebrales entre la ecografía bidimensional y el TUI.

Tabla 39. Comparación de la visualización de las estructuras faciales entre la ecografía bidimensional y el TUI.

Tabla 40. Comparación de la visualización de las estructuras cardíacas entre la ecografía bidimensional y el TUI.

Tabla 41. Comparación de la visualización del diafragma entre la ecografía bidimensional y el TUI.

Tabla 42. Comparación de la visualización de las estructuras abdominales entre la ecografía bidimensional y el TUI.

Tabla 43. Comparación de la visualización de las extremidades entre la ecografía bidimensional y el TUI.

Tabla 44. Comparación del estudio de la columna entre la ecografía bidimensional y el TUI.

Tabla 45. Reproducibilidad intra e interobservador de los volúmenes fetales en el plano A.

Tabla 46. Reproducibilidad intra e interobservador de los volúmenes fetales en el plano B.

Tabla 47. Reproducibilidad intra e interobservador de los volúmenes fetales en el plano C.

## Índice de figuras

---

Figura 1. Representación de un ciclo de ultrasonidos.

Figura 2. Representación de las características de los ecos de ultrasonidos.

Figuras 3a y 3b. Representación del fenómeno de reflexión en ecografía.

3a. Reflexión unidireccional.

3b. Reflexión difusa.

Figuras 4a y 4b. Ejemplo de sondas ecográficas abdominal y endovaginal respectivamente.

Figura 5. Ejemplo de representación de impulsos ecográficos en modo M.

Figura 6. Ejemplo de representación de impulsos ecográficos en modo B. Corte longitudinal de un feto de 14 semanas.

Figura 7. Ejemplo de utilización del Doppler para comprobar la vitalidad del embrión.

Figura 8. Determinación del CRL de un feto de 12 semanas.

Figura 9. Corte transversal de la cabeza de un feto de 14 semanas.

Figura 10. Columna en un feto de 12 semanas.

Figura 11. Cara fetal.

Figura 12. Corte de las cuatro cámaras cardíacas de un feto de 14 semanas.

Figura 13. Medición de un riñón en un feto de 14 semanas.

Figura 14. Megavejiga en un feto de 14 semanas.

Figura 15. Mano de un feto de 14 semanas.

Figura 16. Pies de un feto de 14 semanas.

Figura 17. Utilización del Doppler para la comprobación de un cordón trivascular de un feto de 14 semanas.

Figura 18a. Esquema de exploración lineal.

Figura 18b. Esquema de exploración con angulación.

Figura 18c. Esquema de exploración con rotación.

Figura 19. “Volume box” emplazado sobre la región de interés, en este caso un feto de 12 semanas.

Figura 20. Visualización en modo multiplanar.

Figura 21. Punto centro planar.

Figura 22. Diferentes formas de visualizar una estructura en modo Render.

Figura 23. Correspondencia entre el ángulo de rotación y el número de planos para la reconstrucción manual del volumen.

Figura 24. Volumen fetal calculado automáticamente por el programa VOCAL.

Figuras 25 y 26. Representan imágenes obtenidas con TUI del cuerpo de un feto de 12 semanas. Cortes coronal y transversal respectivamente.

Figura 27. Imagen obtenida con TUI del cuerpo de un feto de 12 semanas, corte longitudinal.

## **Índice de gráficos**

---

Gráfico 1. N° de publicaciones sobre la aplicación de los ultrasonidos en Ginecología y Obstetricia en función del año.

Gráfico 2. Distribución del porcentaje de pacientes por edad.

Gráfico 3. Partos previos.

Gráfico 4. Abortos previos.

Gráfico 5. Curso del embarazo.

Gráfico 6. Distribución de las pacientes por su IMC.

Gráfico 7. Localización placentaria en la semana 14.

Gráfico 8. Notch en las arterias uterinas en la semana 14.

Gráfico 9. Causas de mala visualización en la semana 14.

Gráfico 10. Localización placentaria en la semana 12.

Gráfico 11. Notch en las arterias uterinas en la semana 12.

Gráfico 12. Causas de mala visualización en la semana 12.

Gráfico 13. Localización placentaria en lo fetos estudiados con TUI en la semana 12.

## Lista de abreviaturas

---

- N°: número.
- Hz: hertzios.
- MHz: megahercios.
- $\lambda$ : longitud de onda.
- cm: centímetros.
- mm: milímetros.
- 2D: dos dimensiones.
- 3D: tres dimensiones.
- 4D: cuatro dimensiones.
- CRL: longitud cráneo caudal.
- PAPP-P: Proteína A plasmática asociada al embarazo.
- $\beta$ - HCG: fracción beta de la Gonadotropina Coriónica humana.
- S.E.G.O.: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia.
- DBP: Diámetro biparietal.
- IMC: Índice de Masa Corporal.
- AIUM: American Institute of Ultrasound in Medicine.
- RM: resonancia magnética.
- TAC: Tomografía axial computerizada.
- APD- 3D: Angio Power Doppler tridimensional.
- VOCAL: Virtual Organ Computer- aided Análisis o Volume CALculation.
- TUI: Tomographic Ultrasound Imaging.
- °: grados.
- ml: mililitros.
- IV: Índice de Vascularización.
- IF: Índice de Flujo.
- IVF: Índice de Vascularización Flujo.
- mm<sup>3</sup>: milímetros cúbicos.
- etc: etcétera.
- N: tamaño de la muestra.

- Kg.: kilogramos
- GEA: Gastroenteritis.
- ITU: Infección del tracto urinario.
- CA: Circunferencia abdominal.
- LF: Longitud del fémur.
- SNC: Sistema nervioso central.
- cm<sup>2</sup>: centímetros cuadrados.
- LA: líquido amniótico.
- DS: desviación estándar.
- PLX: plexos.
- T. Nucal: Translucencia nucal.
- izq.: izquierdo.
- Dcha.: derecho.
- IP: Índice de Pulsatilidad.
- IR: Índice de Resistencia.
- AUDCHA: Arteria uterina derecha.
- AUIZDA: Arteria uterina izquierda.
- OR: Odds ratio.
- IC: Intervalo de confianza.
- CCI: Coeficiente de correlación intraclase.



## **INTRODUCCION**

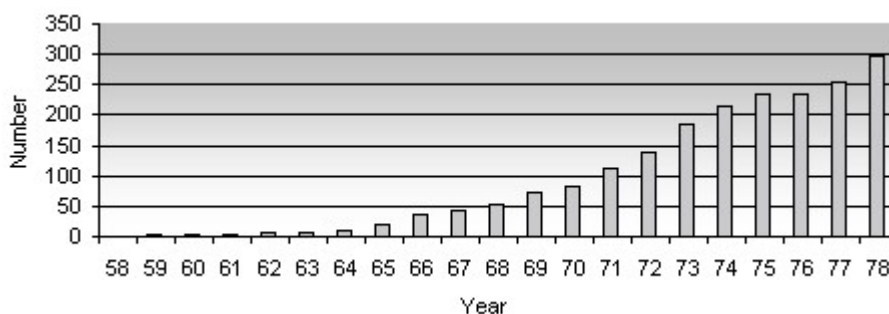
## INTRODUCCION

---

### ULTRASONOGRAFÍA EN OBSTETRICIA. EVOLUCIÓN HISTÓRICA E IMPORTANCIA EN EL MOMENTO ACTUAL.

“Tradicionalmente se ha afirmado que las manos eran los ojos del obstetra- ginecólogo, queriendo con ello expresar que, a través de la exploración combinada abdomino-genital, el ginecólogo obtenía la más valiosa de las informaciones acerca del embarazo, parto y procesos ginecológicos en estudio. Sin menoscabo ninguno hacia esta exploración, puede hoy decirse sin temor que, gracias a los modernos aparatos de ultrasonidos, los ojos del ginecólogo han vuelto a ser de ellos mismos, recobrando su identidad antes trasplantada.” (Bajo J.M., 2002)(1)

En 1945, Dussik neuropsiquiatra vienés, fue el primer médico que empleó los ultrasonidos como método diagnóstico. A él le siguieron otros autores como Heinrich Netheler (Viena), o André Denier (Paris), pioneros en experimentar el uso clínico de los ultrasonidos. Pero sin duda fue Ian Donald quien pasó a la historia como el padre de la ecografía clínica. Donald (1910-1987) se formó como ginecólogo-obstetra en la Saint Thomas Medical School de Londres. El 7 de Junio de 1958 publicó en The Lancet el que a la postre sería considerado el artículo más relevante en la historia de la ultrasonografía: “Investigation of Abdominal Mases by Pulsed Ultrasound”. Dicha publicación supuso el despegue de los ultrasonidos como método diagnóstico en medicina (Donald, 1958) (2) (Gráfica 1). En 1961 realizó los primeros estudios sobre ecografía en modos A y B para su aplicación en el campo de la ginecología.



Gráfica 1. N° de publicaciones sobre la aplicación de los ultrasonidos en Ginecología y Obstetricia en función del año.

A partir de los descubrimientos de Donald y de otros autores, la ecografía experimentó un avance imparable. Así, las primeras ecografías en tiempo real datan de 1966 de manos de Hofman, Holländer y Weiser mientras que la primera sonda vaginal con aplicación clínica (también en tiempo real) apareció en el mercado en 1985 ideada por Kretz Technik®.

En cuanto al Doppler, sus primeras aplicaciones en el campo de la ginecología y obstetricia se limitaban a la comprobación del latido cardiaco fetal y de la posición de la placenta (1964-66). En este sentido, el equipo de Rushmer publicó en 1967 en JAMA uno de los primeros y más importantes artículos en aquellas fechas: “Clinical applications of transcutaneous ultrasonic flow detector” (Rushmer, 1967) (3). De estos primeros usos del Doppler se pasó en los años 70 y 80 a la utilización del Doppler para el estudio del retraso de crecimiento intrauterino y la preeclampsia.

Hoy en día, la ecografía representa un método de diagnóstico insustituible en ginecología y obstetricia. A pesar de ser una técnica de aparición relativamente reciente, ha ido evolucionando a gran velocidad de manera que en estos momentos, la aplicación clínica de la ecografía en 3 y 4 dimensiones es sin duda el presente y sobre todo el futuro del diagnóstico por imagen en ginecología y obstetricia. En contra de lo que pudiera pensarse, el examen ecográfico de la gestación probablemente normal no es una cuestión banal, sino de suma importancia, puesto que queda ya suficientemente demostrado que es después de la ecografía, y no antes, cuando el supuesto de normalidad quedará confirmado o descartado. (Ecografía práctica en Obstetricia y Ginecología. SESEGO 2004) (4)

# ECOGRAFÍA BIDIMENSIONAL

## 1. PRINCIPIOS FISICOS DE LOS ULTRASONIDOS.

El ultrasonido es un sonido cuya frecuencia (mayor de 20.000 Hz) se sitúa fuera del oído humano. Al chocar contra una superficie reflectante, los ultrasonidos se reflejan produciendo un eco. La ecografía consiste básicamente en realizar un barrido de los órganos internos mediante el empleo de los ultrasonidos para posteriormente visualizar en diferentes modos (modo M, modo B) los ecos obtenidos.

### Características de las ondas ultrasónicas:

Un ciclo es el trayecto de la onda entre dos puntos idénticos. (Figura 1).

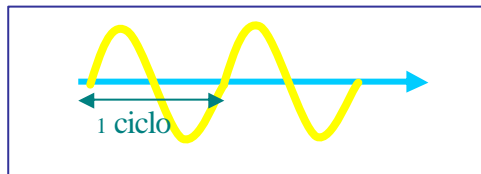


Figura 1. Representación de un ciclo de ultrasonidos.

La tabla 1 compila las características de las ondas y sus definiciones.

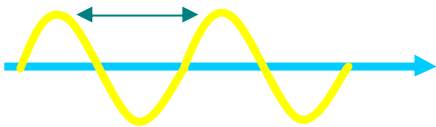
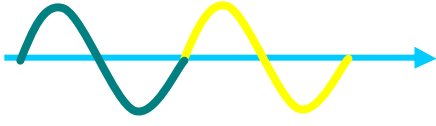
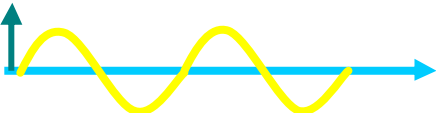
CARACTERISTICA	DEFINICION
FRECUENCIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad de los ciclos en un determinado tiempo.</li> <li>• Se mide en Hz.</li> <li>• En la práctica clínica 1-20 MHz.</li> </ul>
PERIODO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo que se tardad en completar un ciclo.</li> <li>• 1/ frecuencia.</li> <li>• A mayor frecuencia, menor periodo.</li> </ul> 
LONGITUD DE ONDA (l )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medida de longitud.</li> <li>• <math>\lambda = \text{velocidad del sonido} / \text{frecuencia}</math>.</li> <li>• A mayor frecuencia, menor longitud de onda y mayor resolución de la imagen.</li> </ul> 
AMPLITUD	<p>Es la distancia máxima a la que una molécula es desplazada.</p> 

Tabla1 .Características de las ondas ultrasónicas y sus definiciones.

### Características de los ecos de ultrasonidos:

La superficie de la piel y las interfases de los diferentes tejidos atravesados por el haz de ultrasonidos, van a actuar como reflectantes del sonido. Estas interfases son el resultado de una diferencia de impedancia entre las mismas al paso del haz, o lo que es lo mismo, de una resistencia desigual al paso del sonido por los tejidos.

La producción y las características de los ecos obtenidos durante la realización de un barrido ultrasonográfico, depende de una serie de principios físicos expuestos a continuación:

#### Reflexión:

Cuando un haz pasa por un tejido, parte del mismo se refleja hacia la fuente emisora, mientras que el resto continúa como haz transmitido hacia el siguiente tejido que tendrá diferente impedancia. La cantidad de sonido reflejado dependerá de la impedancia entre los tejidos, siendo máxima cuando la diferencia de impedancia es mayor (por ejemplo tejido blando-gas). (Figura 2).

El ángulo de reflexión dependerá de la uniformidad de la superficie atravesada. Así, superficies homogéneas y lisas dan reflexiones especulares del haz, mientras que las rugosas y dishomogéneas producen reflexiones difusas de pequeños ecos multidireccionados. (Figuras 3a y 3b).

#### Refracción:

Se define como la desviación de la dirección del haz producida por la diferencia en la velocidad de propagación del sonido ( $c_1$  y  $c_2$  respectivamente) en los dos medios que atraviesa. (Figura 2).

#### Absorción:

Es la cantidad de energía del haz consumida cuando éste atraviesa un medio, transformándose habitualmente en calor. Depende de la frecuencia de la onda (mayor absorción a mayor frecuencia), la viscosidad del medio y la capacidad de relajación de las moléculas. (Figura 2).

#### Atenuación:

Es la disminución exponencial de la intensidad del haz de ultrasonidos con la distancia recorrida. Se mide en decibelios de intensidad perdida por centímetro de tejido atravesado en profundidad. Al igual que para la absorción, grandes frecuencias de ondas son más atenuadas. (Ecografía práctica en Obstetricia y Ginecología. SESEGO 2004) (4)

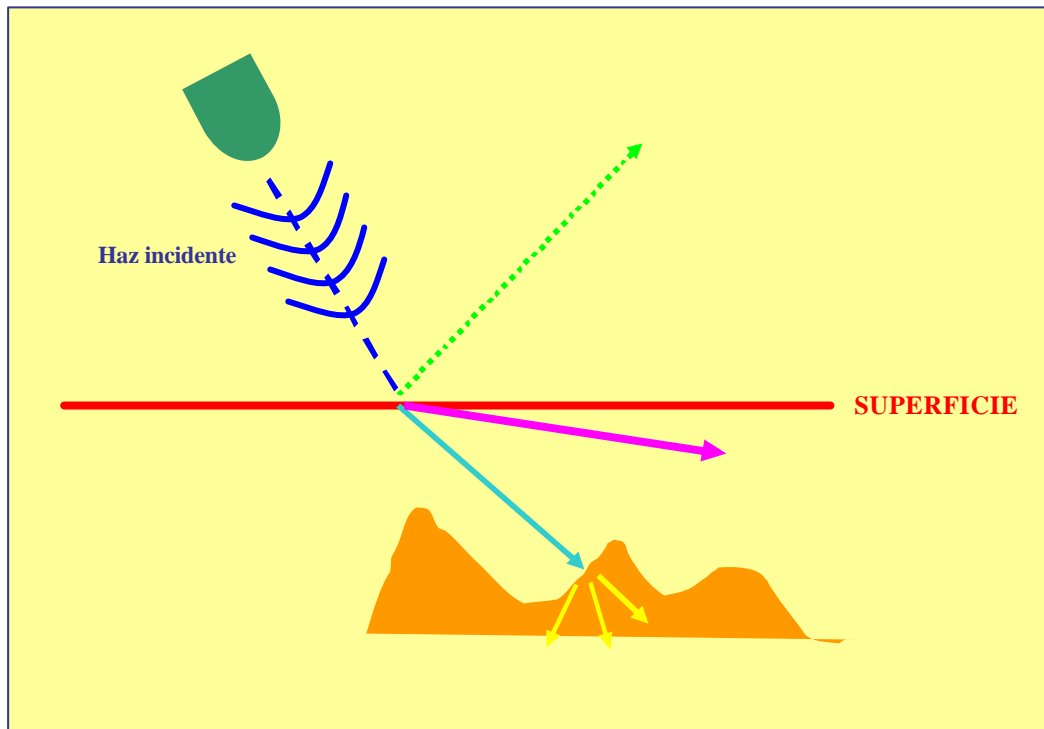


Figura 2. Representación de las características de los ecos de ultrasonidos.

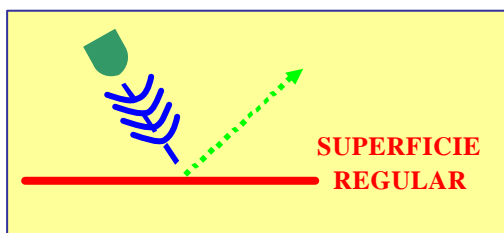


Figura 3a.

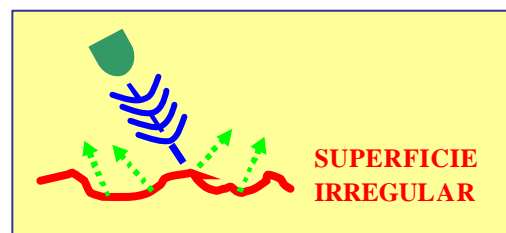


Figura 3b.

Figuras 3a y 3b. Representación del fenómeno de reflexión en ecografía.

3a. Reflexión unidireccional.

3b. Reflexión difusa.

## 2. INSTRUMENTACIÓN E IMAGEN ECOGRÁFICA.

### Instrumentación:

Un equipo de ultrasonidos consta de tres bloques: el *transductor ultrasónico o sonda* (Figuras 4a y 4b), encargado de la adquisición de datos, un *bloque electrónico* cuya misión consiste en tratar y transformar los datos obtenidos, y finalmente un *monitor* que presentará los datos.



Figura 4a.



Figura 4b.

Figuras 4a y 4b. Ejemplos de sondas ecográficas abdominal y endovaginal respectivamente.

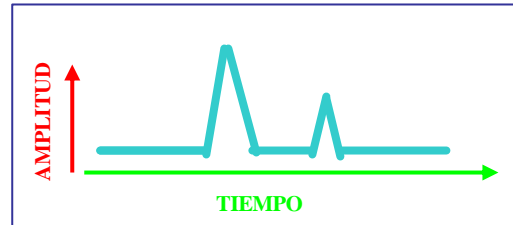
El transductor consta de varios elementos: superficie, cristales piezoeléctricos, lente, adaptador de impedancia, amortiguador, cable y conector y puede ser de dos tipos, mecánico con focalización fija o electrónico con activación global de los cristales y por tanto con focalización dinámica que permite una imagen más uniforme. Existen varios tipos de sondas ecográficas, con diferente aplicabilidad cada una de ellas. Las **sondas convexas** suelen utilizarse en ecografía abdominal y se aplican al estudio de la ginecología y obstetricia; las **endocavitarias micro convex** se emplean igualmente en ginecología para exploraciones transvaginales y transrectales; las **lineales** son utilizadas para realizar exploraciones mamarias; mientras que las **sondas vector** se usan para cardiología. Finalmente estarían las sondas especiales para adquisición de volúmenes en 3 dimensiones (3D) y en 4 dimensiones o tiempo real denominadas **sondas estacionarias**.

La parte electrónica, se encarga de recibir y tratar la señal convirtiendo la imagen analógica en digital, que posteriormente será emitida por el transductor.



### Modos de representación de la imagen ecográfica:

**MODO A:** modelo unidimensional de representación dónde los impulsos ecográficos se representan en forma de picos. Se puede calcular el tiempo transcurrido entre dos picos dividiendo la distancia entre ambos por la velocidad del sonido.



**MODO M:** Se desarrolló para el estudio de las estructuras cardíacas. Es un modo de representación bidimensional, en el que los movimientos de los órganos estudiados quedan registrados como ondulaciones. Permite calcular los tiempos de las aceleraciones, deceleraciones o de cualquier otro tipo de movimiento.

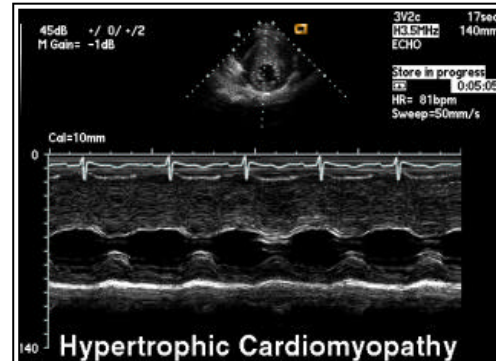


Figura 5. Ejemplo de representación de los impulsos ecográficos en modo M.

**MODO B:** Modo de representación bidimensional que permite la obtención de imágenes anatómicas en ecografía. (Ecografía práctica en Obstetricia y Ginecología. SESEGO 2004) (4)

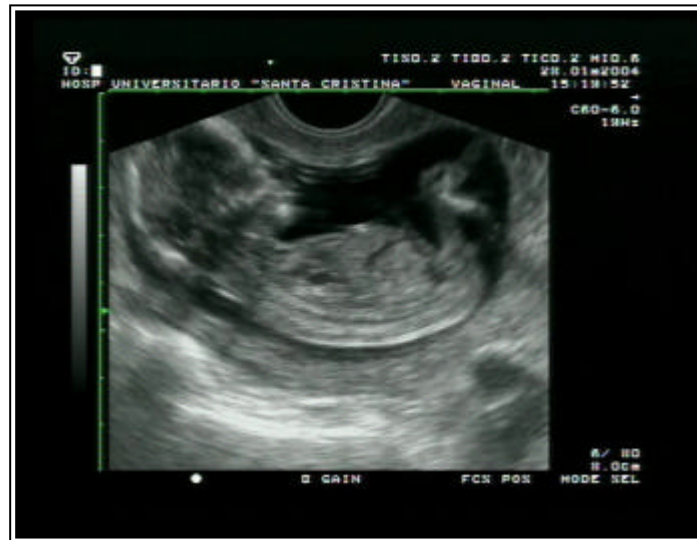


Figura 6 Ejemplo de representación de los impulsos ecográficos en modo B. Corte longitudinal de un feto de 14 semanas.

## **ECOGRAFIA EN EL PRIMER TRIMESTRE DE GESTACIÓN. OBJETIVOS ACTUALES.**

Existen diversas tendencias según los distintos autores, recursos y paisajes, que van desde realizar una exploración ecográfica sólo cuando se observa una anormalidad en el transcurso de la gestación, a realizar un control seriado, estandarizado en épocas concretas del control ecográfico, que es la conducta aceptada por todas las escuelas o autores en nuestro medio.

Prácticamente existe consenso en un mínimo de dos controles ecográficos (segundo y tercer trimestre) y existe cierta discrepancia en cuanto a una tercera exploración en la fase temprana de la gestación, aunque la mayoría de los autores apoyan esta tercera exploración y más aún, hoy en día, con la disponibilidad de sondas transvaginales. (SEGO)(5)

La ecografía transvaginal se ha convertido en el método de elección para la detección y evaluación del embarazo precoz. Proporciona una información detallada sobre la situación de la decidua del corion y del embrión y ayuda diferenciar la vitalidad o ausencia de vitalidad del embrión al establecer la presencia del latido cardiaco fetal. (Bajo JM.) (6)

La exploración ecográfica durante el primer trimestre pretende básicamente:

- 1- Diagnosticar la gestación y su correcta implantación.
- 2- Valorar el número de embriones y, en caso de gestación múltiple, su corionicidad.
- 3- Determinar la edad gestacional.
- 4- Comprobar la vitalidad del embrión y su correcto desarrollo.
- 5- Detectar las posibles malformaciones y marcadores ecográficos de cromosomopatías.
- 6- Explorar el útero y anejos en busca de patología concomitante.

La exploración ultrasonográfica del primer trimestre es patrimonio de la sonda vaginal, siendo la exploración con sonda abdominal menos precisa y sólo complementaria.

### **Diagnosticar la gestación y su correcta implantación.**

La primera estructura visible es la vesícula gestacional aproximadamente a los 32 días de amenorrea. Se visualiza como una formación econegativa redondeada de localización excéntrica con respecto a la cavidad uterina y un doble halo a su alrededor, constituido por la decidua refleja (capa externa) y la decidua capsular (capa interna).

Mientras no aparezca saco vitelino ni embrión la imagen sonoluscente en el espesor del endometrio puede confundirse con sangre intracavitaria, quistes adenomióticos, estenosis cervical con retención del fluido intracavitario o un seudosaco gestacional de un embarazo ectópico. La presencia de un anillo hiperecogénico y el signo de la doble corona que refleja la reacción corial ayudan al diagnóstico diferencial. El doppler color ayuda también a diagnóstico diferencial, pues evidencia la aparición de mapa color en el espacio retrocorial que diferencia a las gestaciones incipientes del resto de imágenes.

### **Comprobar la vitalidad del embrión y su correcto desarrollo.**

La primera estructura embrionaria que se identifica es el saco vitelino, que es prácticamente visible en todas las gestaciones entre las semanas 5ª y 12ª y precede entre 4 y 7 días a la visualización del embrión. Es una estructura sonoluscente intracorial extramniótica.

El embrión se visualiza con sonda vaginal hacia el final de la 5ª semana como un engrosamiento cercano a un polo del saco vitelino que mide 2-4 mm y que aún no presenta latido.

El latido cardíaco fetal es visible con sonda vaginal al comienzo de la 6ª semana.

Con sonda abdominal estos hallazgos se retrasan una media de 7 días.

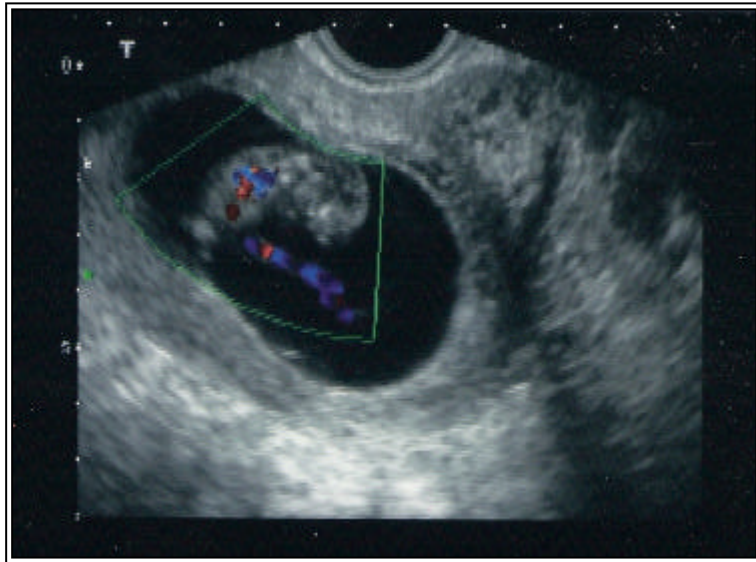


Figura 7. Ejemplo de utilización del Doppler para comprobar la vitalidad del embrión.

#### **Determinar la edad gestacional.**

A partir de la visualización del embrión podemos realizar la medición de la longitud cráneo caudal (CRL) del embrión, que tiene una gran correlación con la edad gestacional siendo ésta la mejor ecografía para calcularla.

La longitud cráneo- caudal o longitud cráneo- nalga es la longitud demostrable más larga del embrión o del feto, excluyendo los miembros y el saco amniótico. La gran exactitud de esta medida se debe a su excelente relación entre la longitud y la edad al inicio de la gestación, cuando el crecimiento es muy rápido y se afecta mínimamente por factores patológicos. Incluso si se producen diferencias en este periodo, éstas son demasiado pequeñas para ser detectadas mediante ecografía. Aunque se describió originariamente con ecografías estáticas, la medida del CRL es mucho más rápida y tan real cuando se obtiene en tiempo real. En una ecografía que muestra una sección longitudinal del feto, los marcadores se deben disponer en el extremo exterior del polo cefálico y en el extremo externo de la nalga fetal. Los miembros y el saco amniótico no quedan incluidos. Se debe utilizar la media de tres medidas; esto predice la edad menstrual con un error de tres días (intervalos de confianza de 90%), desde la semana 7ª a la 10ª. Según avanza el crecimiento, la curvatura del feto cambia, y las medidas lineales que se toman con los marcadores son menos precisas. El error se incrementa cinco días entre las semanas 10ª y 14ª de la gestación.

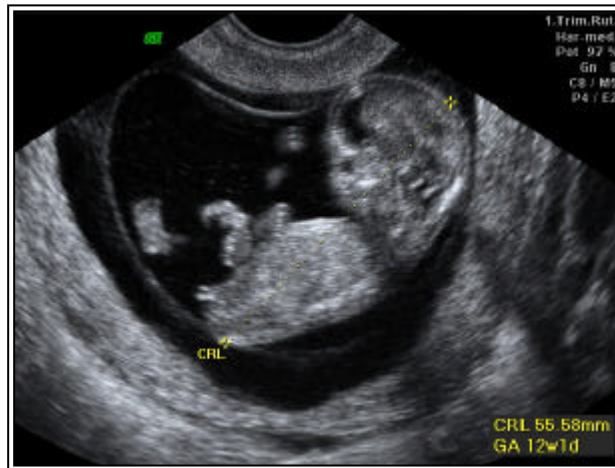


Figura 8. Determinación del CRL en un feto de 12 semanas.

### **Valorar el número de embriones.**

El diagnóstico de la corionicidad, principal factor pronóstico de la gestación múltiple, debe ser lo más precoz posible, pudiendo establecerse ya en la 5ª- 6ª semana.

Cuanto más tarde se produjo la separación de los embriones, mayor es el riesgo: cuando la gestación es monocorial la morbi-mortalidad es muy alta, pero los gemelos monoamnióticos llegan a una mortalidad del 50%.

A las 5 semanas de amenorrea, con sonda vaginal, ya se pueden ver uno o dos sacos gestacionales rodeados de una estructura ecogénica, el corion. Hacia las 5,5 semanas se distinguen los dos sacos vitelinos, pero la presencia de uno sólo nos puede inducir a error, ya que en el caso de los siameses no existe más que un saco vitelino. Hasta las 6 semanas no es posible ver los dos polos embrionarios vivos. En lo referente a la corionicidad, ecográficamente es difícil detectar antes de las 7 semanas una gestación gemelar monocorial. El diagnóstico de la gestación biamniótica es sencillo cuando se ve un embrión en cada saco; sin embargo, es fácil confundirse si tan sólo puede distinguirse una bolsa amniótica ya que, en estas semanas, el amnios rodea al corion y contiene poco líquido, y hasta las 7,5- 8 semanas no puede diferenciarse con claridad la fina membrana de las gestaciones biamnióticas. Esta membrana es por lógica ligeramente más gruesa si la gestación es también bicorial.

## **Detectar las posibles malformaciones y marcadores ecográficos de cromosomopatías.**

Los embriones afectados de cromosomopatías tienen más alteraciones intrínsecas del desarrollo y la placentación capaces de alterar parámetros ecográficos y/o fluxométricos.

Los marcadores de cromosomopatías no son más que alteraciones fenotípicas que pueden aparecer también en embriones normales, no constituyendo malformaciones en sí mismos, pero que nos pueden ayudar a seleccionar poblaciones de alto riesgo candidatas a pruebas invasivas para cariotipo fetal.

Las anomalías de tipo cromosómico, por su carácter irreversible e intratable y por el elevado grado de discapacidades que pueden comportar, suponen una de las más temibles incógnitas en el feto. Su diagnóstico, hoy por hoy, sólo es posible mediante técnicas invasivas ecoguiadas, como la amniocentesis, la biopsia corial o la funiculocentesis; que aunque mínimos en manos experimentadas, comportan unos riesgos para el feto y tienen un coste económico elevado, por lo cual su uso se aconseja en gestaciones de alto riesgo. Únicamente en el 3% de las gestaciones con cromosomopatías existe un factor de riesgo identificable antes del embarazo (como traslocaciones en alguno de los padres). El estudio fundamentado en la edad materna identificaría sólo el 30% de las trisomías autosómicas.

El marcador más importante por su elevada sensibilidad es la translucencia nuchal aumentada. Se describió en 1985 la asociación entre engrosamiento nuchal y la trisomía 21. Posteriormente Nicholaides demostró la relación de la translucencia nuchal en el primer trimestre y la asociación a riesgo cromosómico. Se define la translucencia nuchal como una colección de aspecto líquido en el espacio subcutáneo sobre la columna cervical fetal que se encuentra en el primer trimestre. Tras calcular de forma precisa la longitud cráneo- caudal (explicado en apartado anterior), la máxima translucencia nuchal se localiza en el plano medio sagital del cuello fetal. Se mide la anchura del área de hipocogenicidad entre el contorno interior de la piel y el borde externo de los tejidos blandos que cubren la columna vertebral cervical. Aparece en patologías diversas por mecanismos diferentes: alteraciones congénitas del sistema linfático, fracaso cardíaco permanente o transitorio por una situación de hiperaflujo, aneuploidía, disminución de

los movimientos fetales o síndromes compresivos tanto intra como extratorácicos. El mecanismo fisiopatológico exacto se desconoce, aunque se atribuye a un drenaje linfático anómalo a la yugular interna, con colección de líquido en la nuca fetal, favorecido por el decúbito dorsal y la laxitud de los tejidos de cuello. Suele ser transitorio, por lo que tenemos una breve oportunidad (10-14 semanas) que nos permite detectar fetos comprometidos. Incluso en presencia de cariotipo normal puede asociarse a cardiopatías, síndromes genéticos y en general a peor pronóstico perinatal. Cuanto mayor es el grosor de la translucencia nuchal, peor es el pronóstico. Está establecido un punto de corte de 3mm, pero se ha comprobado que los resultados son mejores si se correlaciona con los valores de corte progresivos dados para cada edad gestacional. Los principales problemas a la hora de realizar la medición pueden ser: 1) proximidad al amnios que aún no se ha fusionado con el corion y nos puede llevar a un diagnóstico equivocado de incremento de la translucencia nuchal, 2) posición del cuello fetal, tanto en flexión como en extensión excesiva, y 3) presencia de un cordón nuchal. El trabajo más significativo sobre este tema es el del grupo de Nicolaides (1998) (7) sobre más de 96.000 gestantes, en 22 centros con 306 ecografistas entrenados, obteniendo una sensibilidad del 77% para la detección de trisomía 21. Cumple todos los requisitos para ser un buen marcador: barato, inocuo, sencillo de realizar, e independiente de la edad materna, diabetes, tabaquismo, número de fetos, etc... En gestaciones múltiples monocoriales se observa con mayor frecuencia una translucencia nuchal aumentada, sin existir mayor frecuencia de cromosomopatías (menor especificidad), pero permite predecir el riesgo de síndrome de transfusión feto-fetal.

En el 2001, una publicación del grupo de Nicolaides (8) revolucionó de nuevo el diagnóstico prenatal al proponer la ausencia de hueso nasal a la 11ª- 14ª semana como marcador de trisomía 21. Se basa en que la matriz extracelular funcional que forma el hueso está alterada por sobre expresión de un gen del cromosoma 21, lo que conlleva un mayor contenido de ácido hialurónico y colágeno de tipo VI. Los últimos estudios han demostrado que tanto la ausencia de hueso nasal, como un hueso nasal pequeño, es más común en fetos con trisomía 21 que en fetos normales y que esta característica puede ser detectada ecográficamente. (Sonek, 2006) (9).

Otros marcadores ecográficos discutidos en los últimos años son el doppler del ductus venoso (Nicolaides, 2005) (10) y la regurgitación de la válvula tricúspide (Falcon,



2006) (11). Un flujo reverso en el ductus venoso y la regurgitación tricuspídea en el primer trimestre de gestación, parecen asociados a aneuploidias. En una revisión de Fionnuala publicada en el 2007 acerca de este tema (12), se concluye la necesidad de más estudios en este campo.

En la actualidad está demostrado que una combinación de los marcadores ecográficos (translucencia nuchal) con marcadores bioquímicos (PAPP-A y  $\beta$ -HCG), permiten una identificación de fetos con trisomía 21 en un 88% de los casos con un índice de falsos positivos del 0,5 %.(Nicolaidis, 2002) (13) (Cicero, 2005) (14).

### **Explorar el útero y anejos en busca de patología concomitante.**

Desde el punto de vista clínico la patología más frecuentemente asociada en este aspecto son los quistes anexiales y los miomas uterinos. Es importante diagnosticar posibles masas ováricas durante la primera ecografía puesto que más adelante su visualización puede resultar mucho más complicada.

### **Doppler y primer trimestre de gestación.**

El Doppler color nos puede ayudar a anticiparnos incluso a la aparición del saco gestacional: la llegada de color a una decidua engrosada sugiere la presencia de trofoblasto. La aparición del Doppler ha supuesto una verdadera revolución en el estudio ecográfico del primer trimestre, al permitirnos ver “in vivo” las modificaciones que la gestación ocasiona sobre los vasos uterinos. Nos permite además estudiar la frecuencia cardíaca embrionaria y los vasos embrionarios, así como un estudio ecocardiográfico precoz. El Doppler del ductus venoso (Nicolaidis y Montenegro, 1998) (15) tiene un papel prometedor como marcador de cromosomopatía y en el estudio de la función cardíaca. El Doppler color y pulsado también nos permite ver la circulación onfalomesentérica y la del cuerpo lúteo, esta última con resistencias bajas para poder permitir un aporte sanguíneo suficiente que facilite la secreción de la hormonas necesarias para preparar el útero para el embarazo y el mantenimiento de éste en las primeras etapas. El cuerpo lúteo es fundamental para la implantación, pero no resulta imprescindible para el embarazo más allá de los primeros estadios. Podemos decir que el Doppler ha abierto las puertas al estudio “in vivo” de la circulación uterina, uteroplacentaria, embrioplacentaria e intraovárica en las fases más precoces del

embarazo (Fleischer, 2004) (16), (Coppens, 1996) (17) y (San Frutos, Tesis Doctoral UAM, 2002) (18).

## ESTUDIO MORFOLOGICO DEL FETO.

Para optimizar la posibilidad de detectar todas las estructuras fetales, La Sección de Ecografía de la S.E.G.O., ha recomendado el siguiente orden de exploración:

1. Cabeza: Es reconocida fácilmente por la marcada ecorrefringencia del cráneo, sobre todo a nivel de los parietales. A este nivel podemos realizar tres tipos de cortes: transversales u horizontales, sagitales y coronales.

Los cortes transversales los podemos realizar a distintos niveles:

a) Corte alto, donde identificaremos la cisura interhemisférica, la hoz del cerebelo y los cuerpos de los ventrículos laterales. Estos tienen paredes ecorrefringentes, pero su interior es sonoluscente, pudiendo observar los plexos coroideos que tienen ecorrefringencia mixta.

b) Corte medio: es el que empleamos habitualmente para realizar la biometría cefálica y es aquel en el que vemos, de delante hacia atrás: la cisura interhemisférica, la rodilla del cuerpo calloso, el cavum del septum pellucidum, el III ventrículo y el acueducto de Silvio.

c) Corte bajo, vemos el cerebelo en la fosa posterior y, por delante de él, el tronco del encéfalo. El interior del tronco está libre de ecos. Por delante del tronco y a los lados están los pedúnculos cerebrales, que son poco ecogénicos. Por detrás del cerebelo vemos a la cisterna magna, siendo éste el nivel en el que la debemos medir.

d) En un corte muy bajo, a nivel de la base del cráneo, veremos el foramen magnum, las fosas anterior, media y posterior.

En el corte sagital podemos observar el perfil fetal e identificar la órbita y el cristalino, la nariz, los labios y los maxilares superior e inferior. En el corte coronal, tangencial, evaluaremos el labio superior y la nariz, imprescindibles en el despistaje del labio leporino y fisura palatina.

2. Columna: la identificaremos claramente en los cortes longitudinales por la presencia de dos líneas paralelas refringentes que representan los puntos de osificación del cuerpo, láminas y/o pedículos vertebrales.

En los cortes transversales vemos tres ecos muy nítidos que corresponden al cuerpo vertebral y a las láminas vertebrales. En medio de estos tres puntos transcurre una zona vacía de ecos que corresponde al canal medular. Es muy importante observar con claridad, sobre todo a nivel lumbar, que los puntos de osificación guardan la misma distancia; con ello descartaremos la presencia de espina bífida.

3. Tórax: a este nivel lo primero que nos encontramos es el corazón, cuyo latido es claramente identificable. Debemos estudiar también el diafragma y los pulmones.

a) Corazón: es una estructura redondeada sonoluscente situada en la porción anterior del tórax, algo hacia la izquierda y más horizontalizado que en el adulto. Debemos realizar un corte de la cuatro cámaras, plano apical, que va desde el ápex del corazón hasta el hombro derecho del feto siguiendo el eje longitudinal del corazón y veremos las dos aurículas y los dos ventrículos separados por los tabiques interventricular e interauricular. Para poder localizar bien estas cuatro cámaras debemos tener en cuenta que el ventrículo más anterior es el derecho y el más posterior el izquierdo.

b) Pulmones: se identifican con claridad a ambos lados del corazón. Su ecorrefringencia va de menos a más a medida que va avanzando la gestación, lo cual se relaciona con la madurez pulmonar.

c) Diafragma: se observa claramente en los cortes longitudinales por debajo de la punta cardíaca y de los pulmones. Aparece como una línea de baja ecorrefringencia, prácticamente eonegativa, correspondiente a la musculatura, y que separa los pulmones del hígado fetal. La correcta visualización del diafragma nos permitirá identificar a ese nivel los casos de hernias congénitas.

4. Abdomen: se realizan dos cortes fundamentales, el longitudinal y el transversal. Con estos cortes podemos visualizar con facilidad estómago, columna, hígado, suprarrenal, riñones, vejiga, vesícula biliar, intestino y vena umbilical.

- a) El hígado ocupa todo el hemiabdomen derecho y tiene una ecorrefringencia uniforme y muy homogénea; dentro del mismo se pueden ver zonas sonoluscentes lineales o redondeadas que corresponden a los vasos portales seccionados en un sentido u otro y que se rellenan de color al utilizar el Doppler.
- b) La vesícula biliar se encuentra en la zona caudal del hígado. Se localiza en el mismo plano de corte que la vena umbilical, formando con ella un ángulo de unos 40°-45°.
- c) La vena umbilical, como se ha dicho en el apartado anterior, se ve bien en los cortes transversales en el mismo plano que la vesícula biliar. A parece entrando en al abdomen más o menos en su punto medio central y se ve totalmente sonoluscente y lineal, a continuación gira hacia el hígado formando el seno porta. En este punto emerge hacia la cava inferior el Ductus de Arancio. Es a este nivel donde se realiza la biometría abdominal.
- d) El estómago es visible a la izquierda de la columna en los cortes transversos y en la región posterior por debajo del diafragma en los longitudinales. Es casi siempre sonoluscente; su forma puede ser redondeada, alargada u ovoidea, dependiendo de su contenido y del momento de la exploración, ya que varía con los movimientos respiratorios y con la deglución. La ausencia de estómago nos debe poner sobre la pista de una posible patología digestiva.
- e) Las suprarrenales aparecen como una estructura alargada de baja ecorrefringencia situadas por encima del polo superior del riñón.
- f) El intestino delgado presenta una ecorrefringencia uniforme con pequeñas zonas econequivas. Se localiza fundamentalmente por detrás de la vejiga, por debajo del hígado y por delante de los riñones.
- g) El intestino grueso es menos ecorrefringente que el intestino delgado, aunque su ecorrefringencia va cambiando según avanza la gestación.
- h) Los riñones se ven a ambos lados de la columna en los cortes transversales y por delante de la misma en los longitudinales. Ecográficamente su estructura es muy evidente. El córtex es ecorrefringente, la zona medular tiene ecorrefringencia mixta debido a la presencia de los cálices llenos de orina y, por último la zona pielocalicial

vuelve a ser más ecorrefringente con un pequeño eco sonoluscente lineal a nivel de la salida del uréter.

i) La vejiga aparece como una bolsa sonoluscente. Se encuentra en el abdomen inferior por debajo y delante de los riñones. Su ausencia o gran tamaño debe hacernos explorar con sumo cuidado el aparato genitourinario en busca de posibles malformaciones.

j) Los genitales: en la mujer el tubérculo genital se encuentra hacia abajo y en el hombre hacia arriba.

5. Los miembros: son fácilmente identificables debido a la ecorrefringencia de los huesos y a la movilidad de las extremidades.

El miembro superior se identifica siguiendo el mismo plano de corte que para ver el corazón desplazando el transducer hacia un lado. En primer lugar se puede ver la escápula y, por debajo de esta, un eco denso que corresponde al húmero. En los cortes tangenciales al hueso obtenemos éste en toda su longitud, lo que nos permite medirlo y estudiar su biometría. En el antebrazo vemos dos huesos largos, cúbito y radio, siendo más largo el primero. Si el plano de corte es tangencial podemos identificar claramente todos los dedos.

En la extremidad inferior localizaremos en primer lugar el iliaco situado a ambos lados de la vejiga y que aparecen como dos líneas ecorrefringentes por debajo de las cuales se identifica con facilidad un hueso largo, el fémur. La medición del fémur es desde la diáfisis distal a la proximal. En la pierna identificamos igualmente el peroné y la tibia así como los dedos del pie.

La correcta visualización y la biometría de estos huesos es imprescindible para el despistaje de patología del sistema músculo esquelético.

## ECOGRAFIA DEL PRIMER TRIMESTRE Y CRONOLOGÍA DEL DESARROLLO EMBRIONARIO.

Los avances en la ultrasonografía transvaginal con las mejoras en los aparatos y la experiencia de los especialistas nos está permitiendo asistir prácticamente, con imágenes propias de un atlas de anatomía, al desarrollo embrionario en la especie humana. (Timor- Tritsch, 2003) (19) (Timor- Tritsch, 2004) (20)

### Sistema nervioso central.

El romboencéfalo se visualiza como una estructura quística en la semana 8ª; la hoz del cerebro, una semana después, junto con los plexos coroideos. A las doce semanas es posible medir los ventrículos laterales y su relación con el DBP, así como el diámetro cerebeloso (Blaas HG. et al, 1995) (21). El contorno de la columna se puede ver de forma nítida ya en la semana 10 de gestación, aunque depende de la actitud fetal (Braithwaite et al, 1996) (22)

La primera malformación diagnosticada con sonda transvaginal fue la espina bífida. Otros diagnósticos en estas etapas de gestación son: anencefalia, encefalocele, holoprosencefalia, quistes de plexos coroideos, malformación de Dandy-Walker, iniencefalia, exencefalia, hidrancia, encefalocele, síndrome de Apert, etc.



Figura 9. Corte transversal de la cabeza de un feto de 14 semanas.



Figura 10. Columna en un feto de 12 semanas.

### **Cabeza, cara y cuello.**

El perfil de la cara puede visualizarse a las doce semanas, pero el paladar y los labios, que son las estructuras en las que más frecuentemente asientan las malformaciones, no completan su desarrollo hasta la semana 13<sup>a</sup>. Una semana después, la anatomía fetal puede ser examinada en la práctica totalidad de los fetos y el diagnóstico de labio leporino o paladar hendido puede realizarse sin dificultad.

La distancia interorbitaria puede ser medida a partir de la semana 11-12<sup>a</sup>, habiéndose observado casos de hiper/ hipotelorismo.

Algunas estructuras intraorbitarias, como la arteria hialóidea y el cristalino, pueden observarse con relativa claridad, habiéndose realizado el diagnóstico de cataratas congénitas, enoftalmos y microftalmos en el principio del segundo trimestre. (Bronshtein M. et al, 1991) (23)





Figura 11. Cara fetal.

### Sistema cardiovascular.

El examen del corazón fetal en la semana 11ª puede revelar una imagen tricameral, debiendo considerarse como un hallazgo normal. El septum interauricular en este momento está por debajo del límite de resolución de la ultrasonografía actual. La imagen tetracameral sólo puede ser vista a partir de la semana 12-13ª semanas. (Gembruch U. et al, 2000) (24)



Figura 12. Corte de las cuatro cámaras cardíacas en un feto de 14 semanas.

En la literatura es posible encontrar casos en los que se han realizado diagnósticos como: cardiopatía hipertrófica, canal atrioventricular, bloqueo cardíaco completo, trasposición de los grandes vasos, derrame pericárdico, hipoplasia del ventrículo izquierdo, defectos del tabique interventricular o ectopia cordis. (Achiron R. et al, 1994) (25). Hay autores que han publicado incluso estudios ecocardiográficos completos vía transvaginal en el primer trimestre (Haak MC., 2002 y Vimpelli T., 2006) (26 y 27). La incidencia de anomalías congénitas del aparato cardiovascular es de 3-9 por mil. Aproximadamente en la mitad de los casos existen malformaciones extracardiacas asociadas.

### **Aparato digestivo y pared abdominal anterior.**

La cámara gástrica puede visualizarse en la semana 10ª por debajo del diafragma. La situación del estómago en el tórax permite el diagnóstico precoz de hernia diafragmática.

El intestino aparece en etapas precoces del embarazo como una estructura hiperecogénica, característica que puede ser utilizada para el reconocimiento de la hernia fisiológica del intestino medio entre las 8ª-12ª semanas o su presencia en la cavidad abdominal después de la duodécima semana. Los onfaloceles que contienen hígado son anormales en cualquier edad gestacional aunque es raro que se asocien a cromosomopatías. El diagnóstico de onfalocele con contenido intestinal sólo debe realizarse después de la semana 12ª. Se han descrito atresias duodenales con o sin atresia esofágica en los primeros estadios del segundo trimestre.

### **Tracto genitourinario.**

Lo riñones y la vejiga urinaria pueden visualizarse en la mayoría de los casos a las 11ª-12ª semanas de amenorrea. (Rosati et al, 1996) (28)

Se han diagnosticado malformaciones tales como riñón multiquístico, riñón poliquístico, obstrucción del tracto urinario bajo, hidronefrosis y riñón pélvico. Un parénquima renal anormal característico de los riñones poliquísticos o multiquísticos no debe escaparse al diagnóstico con sonda transvaginal al principio del segundo trimestre. Una obstrucción del tracto urinario inferior puede llevar al diagnóstico de megavejiga en la semana 10ª-11ª. (Bronshtein M. et al, 1990) (29)



Figura 13. Medición de un riñón en un feto de 14 semanas.



Figura 14. Megavejiga en un feto de 14 semanas.

### Sistema esquelético.

La osificación de la mandíbula, maxilar y clavícula comienzan en las semanas 8<sup>a</sup>-9<sup>a</sup>. Las extremidades pueden evaluarse a las once semanas.

Se han realizado diagnósticos mediante sonda transvaginal al final del primer trimestre de malformaciones como: cifoescoliosis, artrogriposis, osteogénesis imperfecta, acondrogénesis, pie equino varo, síndrome de regresión caudal, pie zambo o agenesia de uno o varios miembros. (De Biasio P et al, 2002) (30)



Figuras 15 y 16. Mano y pies en un feto de 14 semanas.

### Cordón umbilical y anejos ovulares.

La visualización del cordón umbilical trivascular y el trofoblasto es muy precisa mediante sonda transvaginal ya a finales del primer trimestre. Es posible detectar quistes de cordón, arteria umbilical única (asociación con otras malformaciones y cromosomopatías).

Un espesor placentario por encima de 25mm puede, en determinados casos, ponernos en la pista de un proceso infeccioso intrauterino.



Figura 17. Utilización del Doppler para la comprobación de un cordón trivascular de un feto de 14 semanas.

Recientemente se ha publicado un estudio acerca del flujo diastólico reverso en la arteria umbilical de fetos de entre 10 y 14 semanas de gestación; donde concluían que a

pesar de ser una alteración muy poco frecuente en gestaciones tempranas, estaba asociada con anomalías fetales mayores de tipo vascular y defectos cardiacos, principalmente Tetralogía de Fallot y Síndrome de Ausencia de Válvula Pulmonar (Gembruch U, 2007) (31).

### **Anomalías transitorias.**

Existen imágenes patológicas en el examen entre la 9ª-14ª semanas que normalmente desaparecen al avanzar la gestación y que nos deben conducir a extremar la prudencia. Los principales son: higromas quísticos, hidronefrosis, quistes de plexos coroideos, oligoamnios, polihidramnios, quistes abdominales, quistes del cordón umbilical, hipertrofia placentaria e hidrops fetal.

El estudio ecográfico de la anatomía fetal es importante no ya por la identificación de las estructuras, sino por la información que brinda sobre la morfología, desarrollo y funcionalidad de diversos órganos, así como el despistaje de anomalías o malformaciones que de ellos se pueden derivar.

Rottem propuso una clasificación de las anomalías fetales basada en su historia natural:

1. Clase I: Anomalías de instauración precoz a una edad gestacional constante: anencefalia, espina bífida, holoprosencefalia, gemelos conjuntos, ciclopía, hendiduras faciales, osteogénesis imperfecta tipo II, dextrocardia.
2. Clase II: Anomalías transitorias: engrosamiento del pliegue nuchal, higromas quísticos nucleares o axilares, derrames pleurales o pericárdicos, quistes de plexos coroideos, hidronefrosis, quiste mesentérico, intestino ecogénico.
3. Clase III: Anomalías de comienzo variable o potencialmente inestables: hernia diafragmática congénita, hidrocefalia, pie zambo, malformación de Dandy-Walker, coartación de aorta, estenosis pulmonar, tetralogía de Fallot, estenosis aórtica, quiste ovárico, bloqueo cardiaco atrio-ventricular, uropatía obstructiva, exónfalo, megavejiga y onfalocele.
4. Clase IV: Anomalías de instauración tardía: agenesia del cuerpo calloso, lisencefalia, porencefalia, microcefalia, quistes aracnoideos, atresia duodenal, atresia yeyunal, atresia anal, tumores fetales, fibroelastosis endocárdica, miocardiopatía hipertrófica y aneurisma ventricular. (Rottem M, 1997) (32).

La integridad fetal y la verificación de la correcta anatomía es aún hoy territorio de la ecografía de semana 20ª a pesar de la multitud de estructuras ya visibles a finales del primer trimestre y principios del segundo.

Desde hace años múltiples autores han publicado estudios sobre la capacidad de visualización de estructuras fetales en etapas tempranas de la gestación (Souka AP, 2004) (33). La mayoría combinan la utilización de sondas abdominales y transvaginales, obteniendo resultados buenos en la visualización de gran parte de los órganos fetales y encontrando una mayor dificultad en la correcta identificación de las estructuras cardíacas. Sostienen además, la necesidad de un mayor número de estudios y del mantenimiento mientras tanto, de la ecografía de la semana 20 (Economides DL, 1998) (34) (Carvalho MH, 2002) (35).

Recientemente el grupo de Souka ha publicado un trabajo donde recoge 1148 gestaciones únicas entre las semanas 11 y 14 para estudiar la morfología fetal combinando las vías abdominal y transvaginal. Obtiene una sensibilidad para detectar anomalías estructurales mayores desde el 50% en la semana 11 de gestación hasta el 92,8% en la semana 14. Describen un examen completo de la anatomía fetal en el 48% de los casos, que alcanza el 86% si excluyen el estudio cardíaco. Las variables que este equipo relaciona con el éxito de estas ecografías son el CRL fetal, el IMC materno, el tiempo del examen, la habilidad con la sonda transvaginal y el entrenamiento del ecografista (Souka MD, 2006) (36).

El grupo Weiner ha llevado a cabo otro estudio en este campo (Weiner Z, 2007) (37). Durante la medición del pliegue nucal en 1723 gestaciones comprendidas entre las semanas 10+3 y 13+6, han realizado un estudio de la morfología fetal; encontrando una anomalía fetal en 22 casos (1,3% de las gestaciones). En estos casos en los que sospechaban una malformación fetal, realizaban un estudio más detallado entre las semanas 14 y 16 de gestación. En 9 de estos 22 fetos se diagnosticó una anomalía estructural. De manera que concluyen que es posible realizar un estudio de la anatomía fetal básica durante la ecografía del primer trimestre y la medición del pliegue nucal, sin que esto suponga más tiempo de exploración.

# CONSIDERACIONES TÉCNICAS SOBRE LA ECOGRAFÍA TRIDIMENSIONAL.

## A. Adquisición y reconstrucción de volúmenes:

### Modo manual:

Actualmente, las ecografías tridimensionales, se obtienen directamente gracias a la existencia de las sondas estacionarias, que permiten la captación inmediata de volúmenes. Sin embargo, en una primera etapa del desarrollo de la ecografía tridimensional, los volúmenes orgánicos se reconstruían partiendo de imágenes seriadas ecográficas en modo B en lo que se llamaba *adquisición de datos en modo manual*. Estas imágenes, junto con los datos de posición se almacenaban en un ordenador para más tarde reconstruir la imagen 3D. A continuación, se van a recordar las características técnicas de las ecografías tridimensionales primitivas, para tratar de comprender mejor el fundamento de la técnica actual.

Para obtener una buena calidad de imagen en ecografía 3D, se deben considerar tres factores fundamentales en la técnica de exploración bidimensional:

- a) Debe ser rápida, para así evitar artefactos de movimiento.
- b) Debe estar correctamente calibrada para evitar distorsiones y permitir medidas exactas.
- c) Debe realizarse en las mayores condiciones de comodidad posibles para así evitar obstáculos en la exploración.

Según el tipo de adquisición de datos, pueden realizarse cortes en cuña, series de cortes paralelos, o rotaciones en torno a un eje central. Este último tipo de cortes es el que se obtiene con las sondas endocavitarias (transvaginal, transrectal...) y es por tanto del máximo interés en el campo que nos incumbe. Los tres tipos básicos de movimientos son el lineal (imágenes en paralelo), el movimiento de inclinación (cortes en cuña o abanico) y el rotacional (imágenes en hélice) (Figura 18). A cada uno de estos sistemas mecánicos le corresponden unas determinadas aplicaciones. Asimismo, cada uno tiene sus ventajas y sus inconvenientes (Tabla 2). Pero sin duda, en el campo del estudio del embrión, los más utilizados son los cortes con movimiento de rotación, puesto que se trata de exploraciones realizadas con sonda endocavitarias (ecografía transvaginal).

TIPO DE SISTEMA	IMAGENES	VENTAJAS	INCONVENIENTES	USOS
<b>LINEAL</b>	Paralelos, a intervalos iguales	Geometría simple, fácil reconstrucción en 3D.  Angulación fácil de interpretar en estudios Doppler	Mecanismo voluminoso	<b>Mama</b>  Vascular
<b>INCLINACION</b>	En abanico, a intervalos angulares iguales	Geometría simple, fácil reconstrucción en 3D.  Mecanismo compacto	La resolución empeora con la profundidad	<b>Obstetricia</b>  Abdomen  Próstata
<b>ROTACIÓN</b>	En hélice, a intervalos angulares iguales	Ideal para estudios transcavitarios  Mecanismo compacto	Cualquier movimiento en el eje de rotación genera artefactos en el centro de la imagen.	<b>Ginecología</b>  Próstata

Tabla 2. Imágenes, ventajas, inconvenientes, y principales usos de los diferentes sistemas mecánicos de representación.



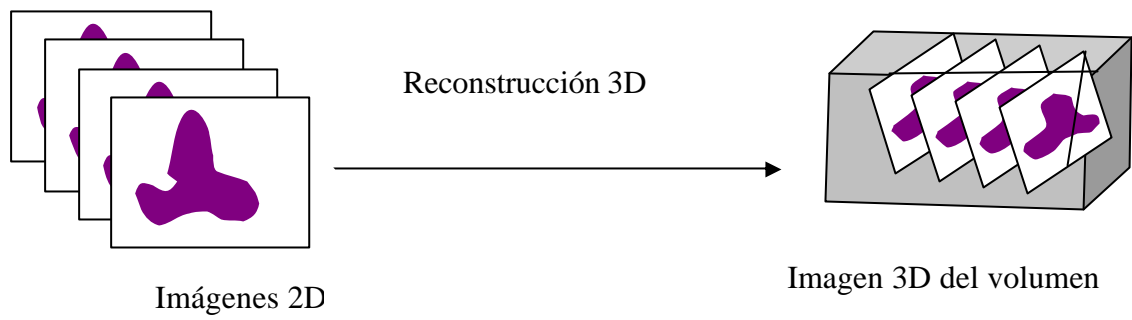


Figura 18a. Esquema de la exploración lineal.

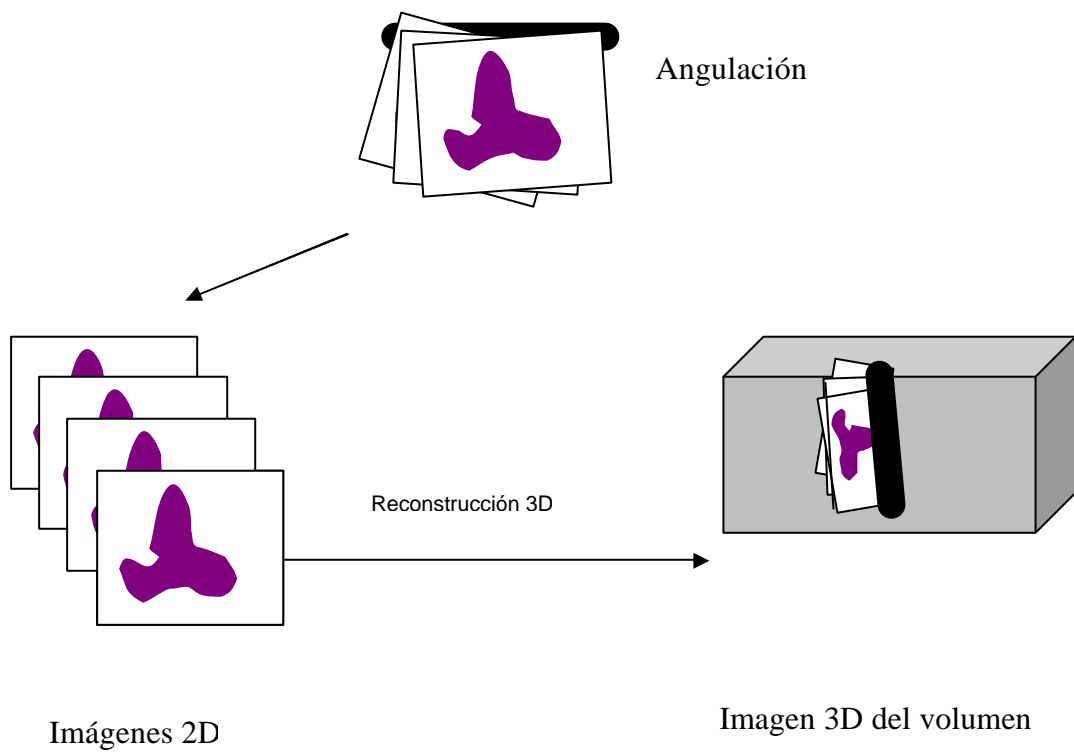


Figura 18b. Esquema de la exploración con angulación.

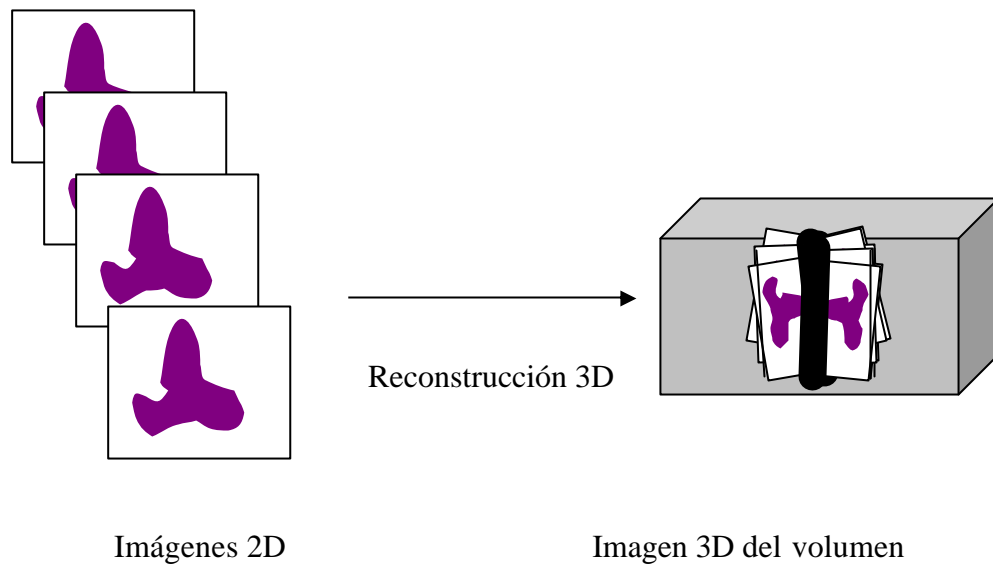


Figura 18c. Esquema de la exploración con rotación.

## RECONSTRUCCIÓN DE LA ECOGRAFÍA 3D

Una vez adquiridas las imágenes en 2D, y tras determinar su posición y orientación relativa en el espacio, se pueden reconstruir los datos 3D, mediante la colocación de cada imagen 2D en su posición relativa correcta con respecto al resto de las imágenes. La reconstrucción se realiza con dos métodos distintos: uno basado en las características de las imágenes y otro en los voxel.

### Reconstrucción basada en las características:

Las imágenes 2D se analizan identificando las características deseadas en cada una de ellas. En obstetricia, el estudio ecográfico 3D del feto de 12 semanas, puede realizarse trazando a mano su contorno (excluyendo las extremidades) en las imágenes 2D.

La principal ventaja de este método es que al reducir los datos de la 3D a la simple descripción de contornos se reduce de forma importante la cantidad de información. Además, este método aumenta artificialmente el contraste entre las diferentes estructuras lo que lleva a una mejor apreciación de la anatomía. Sin embargo, con este método de reconstrucción se pierde gran cantidad de información sutil de los órganos estudiados. Otros inconvenientes son lo tedioso del proceso de reconstrucción manual y

la necesidad de un gran contraste en los tejidos estudiados para evitar artefactos y falsa información. Sigue siendo útil para la medición de estructuras llenas de líquido.

Reconstrucción basada en los vóxel:

Utiliza las imágenes 2D para reconstruir un volumen basado en los vóxel (parrilla 3D de píxel). Para ello se coloca cada píxel de la imagen 2D en la localización geométrica de la matriz de volumen 3D.

Con este método, se conserva sin pérdidas toda la información original de manera que pueden generarse siempre las imágenes 2D originales. Sin embargo, si el volumen no se explora adecuadamente y entre las imágenes adquiridas quedan huecos mayores que la mitad de la resolución, el proceso de interpolación rellenará los huecos con una información que no representa la anatomía real.

Con este proceso, no se simplifica la información ni se asume que sólo parte de ella es la deseable por lo que se manejan archivos de datos 3D muy amplios y por lo tanto difíciles de procesar y de almacenar.

#### Modo automático:

Actualmente, la obtención de volúmenes se hace de forma automática, gracias a la aparición de las sondas estacionarias, que permiten un barrido del órgano a estudio sin necesidad de mover la sonda. Es la *adquisición de volúmenes en modo automático* (Bega, y cols. 2003) (38). Para realizar una ecografía en 3D con los ecógrafos actuales se debe partir de la imagen en modo B, posteriormente se centra la **“Volume box”** (figura 20) sobre la región de interés que se desea estudiar para finalmente iniciar el barrido sin necesidad de mover la sonda. Con este método de adquisición de volúmenes, las medidas obtenidas son mucho más precisas

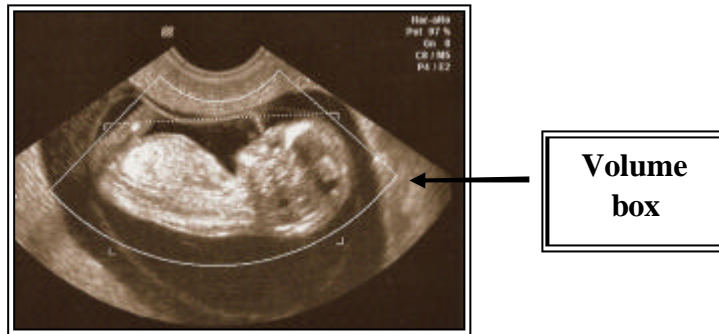


Figura 19. “Volume box” emplazado sobre la región de interés, en este caso un feto de 12 semanas.

## B. Visualización de las imágenes tridimensionales:

### Modo multiplanar:

Es el modo de representación más característico y utilizado en ginecología. Está constituido por 3 planos y por la reconstrucción volumétrica del órgano. Los planos son el *A o Longitudinal*, el *B o transversal* y el *C o coronal* -genuino de la ecografía 3D- (Figura 20). Este último plano no se visualiza directamente durante la exploración, más bien se trata de una reconstrucción por parte del ordenador realizada a partir de los otros dos planos. Es un plano que seguramente tendrá utilidad en un futuro para el estudio de las malformaciones uterinas sin necesidad de recurrir a otras pruebas de imagen como la resonancia magnética.

La correspondencia entre planos está asegurada por el **punto centro planar**. Se trata de un punto (Figura 22) que se encuentra en los tres planos y representa el mismo punto del espacio en todos ellos. Si se centra en él una determinada estructura como un pólipo por ejemplo, se puede localizar con precisión dicha estructura en todos los planos del espacio.

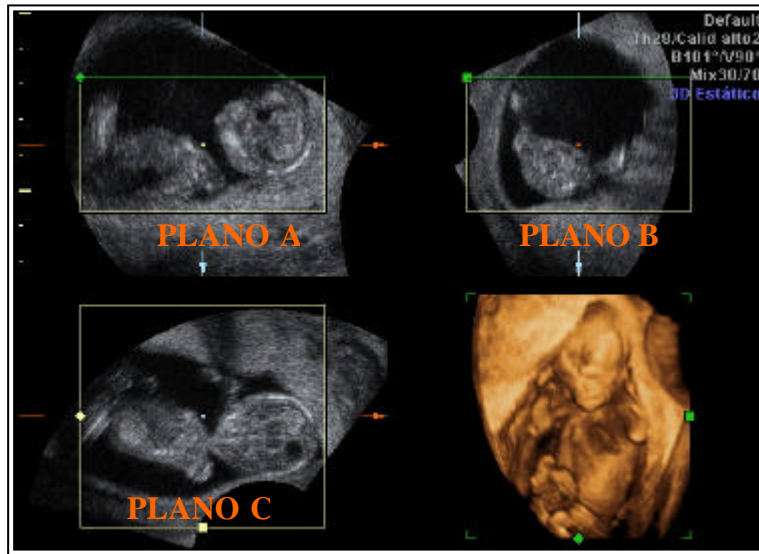


Figura 20. Visualización en modo multiplanar.

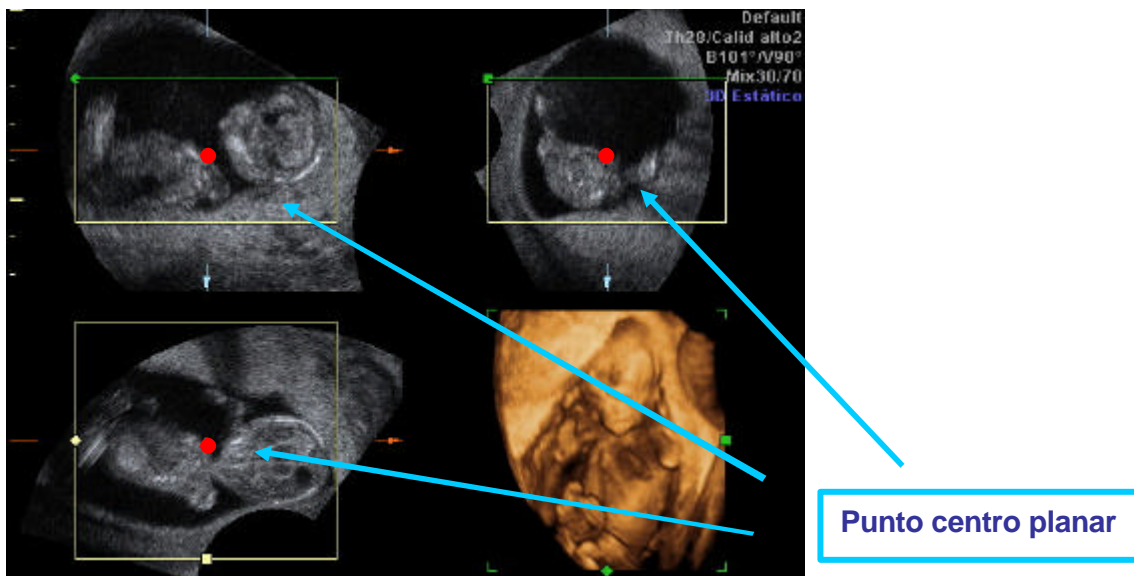


Figura 21. Punto centro planar.

### Modo render

La visualización en modo render (Figura 22) ofrece diferentes imágenes de la reconstrucción tridimensional del órgano. Nos brinda la posibilidad de “navegar” dentro de las estructuras. Se caracteriza por:

- Proporcionar información sobre profundidad y relaciones espaciales.
- Dar imágenes realistas y fácilmente comprensibles.
- Múltiples modos de representación
- Útil en la visualización interna de masas anexiales

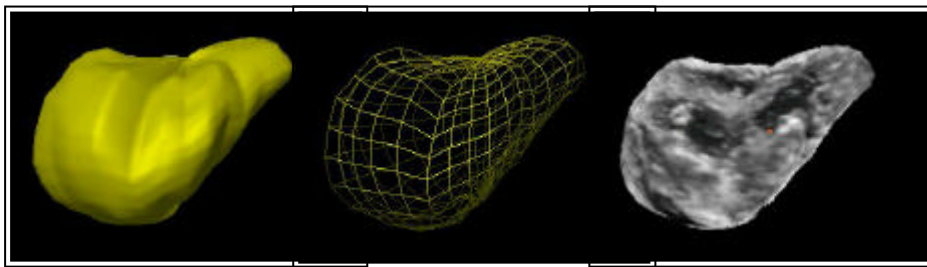


Figura 22. Diferentes formas de visualizar una misma estructura en modo render.

### **C. Nuevas aportaciones de la ecografía tridimensional:**

La ecografía tridimensional, nace de la necesidad de subsanar las limitaciones de la ecografía bidimensional. En efecto, la ecografía 2D es una excelente técnica de diagnóstico, no invasiva, barata y de fácil acceso. No obstante, no deja de tener algunos problemas como los enumerados a continuación:

- subjetividad: A pesar de la cada vez mayor estandarización de la exploración ecográfica y del establecimiento de puntos de corte para delimitar lo normal de lo patológico, ciertos parámetros de la valoración ecográfica bidimensional, siguen siendo ciertamente subjetivos.

- explorador dependiente: El diagnóstico ecográfico depende fundamentalmente de la realización de cortes durante la exploración. Existen estándares para hacer las exploraciones (AIUM guidelines), pero indudablemente, la realización de dichos cortes depende en gran medida del explorador.

- on line: La ecografía convencional es probablemente la única técnica de diagnóstico por imagen que exige la realización inmediata de un informe, sin que haya tiempo para realizar una revisión a posteriori de las imágenes.

Las teóricas aportaciones de la ecografía tridimensional frente a la ecografía convencional son las siguientes:

- Nace de las limitaciones de la 2D
- Permite visualizar cualquier plano dentro de un órgano pélvico independientemente de la orientación de la sonda en el momento de adquirir el volumen. La sonda no se mueve, pero el transductor realiza un barrido dentro de toda la región de interés o “Volume box”
- Gracias a la función Histograma –que se explicará a continuación-, se puede cuantificar con mucha precisión la vascularización del área estudiada.
- Es equiparable con la Resonancia Magnética (RM), ya que:
  - 1- permite almacenar volúmenes, con lo cual el estudio puede ser postergado, off line. Asimismo, el explorador puede interactuar con los volúmenes y revisar cualquier plano.
  - 2- permite la navegación en el interior de los órganos.
  - 3- Modo multiplanar: 3 planos perpendiculares entre si; con el añadido del PLANO CORONAL.

Se puede decir, que la ecografía tridimensional se comporta como una **Resonancia Magnética de Bolsillo**, con las ventajas de ser más barata y más accesible. Por otra parte, teóricamente la técnica es más explorador independiente ya que la máquina es la encargada de realizar todo el barrido independientemente del corte del que se parta. Asimismo, sería una técnica más objetiva al permitir un estudio global de la región de interés y no por planos como en la ecografía bidimensional. Esto último es particularmente válido en el estudio de la vascularización puesto que el APD-3D nos permite un estudio completo del árbol vascular.

Queda por demostrar si realmente es aplicable a la práctica clínica diaria y cual es su utilidad real en los diferentes campos de la ginecología. En este caso, la pregunta concreta es hasta qué punto es útil la ecografía tridimensional en el estudio de las etapas tempranas de la gestación. Mas adelante, se realizará una revisión exhaustiva de la bibliografía existente hasta la fecha en lo referente a este punto.

#### **D. Artefactos en ecografía tridimensional:**

- Los mismos que en eco 2D:
  - Peristaltismo vesical
  - Movimiento del paciente, del órgano.
  - Pulsatilidad vascular
  - Reverberación, refracción, atenuación, imágenes especulares,...
- Intrínsecos a la técnica 3D:
  - Artefactos en la adquisición de volúmenes: movilidad de la mano del explorador
  - Artefactos en el modo render: eliminación de estructuras importantes en los límites de la región de interés, artefactos por estructuras adyacentes (sombras...)
  - Artefactos en la edición.
- Otros problemas asociados a la eco 3D:
  - Tamaño insuficiente del “Volume box” de la sonda vaginal para la estructura a estudiar.
  - Problemas en la orientación espacial en la pelvis.

(Bega, y cols. 2003, Nelson, y cols. 2000) (38, 39).



## **CONSIDERACIONES SOBRE EL PROGRAMA VOCAL**

### **DEFINICIÓN DEL PROGRAMA VOCAL :**

El programa VOCAL es una aplicación de software que permite el estudio de los volúmenes orgánicos previamente obtenidos mediante ecografía tridimensional y almacenados en el disco duro del ecógrafo o de un ordenador. La palabra VOCAL es un acrónimo (del inglés Virtual Organ Computer-aided Análisis o Volume CALculation) que define las funciones del programa, es decir el análisis virtual asistido por ordenador de los volúmenes orgánicos. Para realizar el estudio del volumen de un determinado órgano y de la vascularización del mismo, se debe determinar su volumen virtual con el programa VOCAL, mediante el modo esfera o mediante el modo manual.

### **Modo ESFERA de cálculo de volúmenes mediante el programa VOCAL:**

Consiste en la selección automática de un volumen con forma de esfera en una zona del órgano estudiado que se considere de interés. Tiene la ventaja de la sencillez con la que se obtiene el volumen aunque al tratarse de una forma esférica predeterminada e inamovible, sólo resulta útil en determinados casos en los que no es necesario o no es posible (por cuestiones de tamaño por ejemplo) estudiar el volumen completo del órgano. Así, este método de obtención de volúmenes ha resultado de utilidad en el cálculo de la vascularización placentaria. (Mercé, y cols. 2004) (40).

### **Modo MANUAL de cálculo de volúmenes mediante el programa VOCAL:**

Para la reconstrucción manual del volumen completo de un órgano mediante el programa VOCAL, se deben seguir una serie de pasos que expuestos a continuación:

### Selección del plano de rotación

PLANO DE ROTACION	TIPO DE CORTE	EJE DE ROTACION
PLANO A	Longitudinal	Anteroposterior
PLANO B	Transversal	Anteroposterior
PLANO C	Coronal	Longitudinal

Tabla 3. Planos de rotación, tipos de corte asociados y ejes de rotación.

En primer lugar, se debe seleccionar el **plano de referencia** a partir del cual se realizará la reconstrucción tridimensional del volumen estudiado usando el modo manual. Los planos de rotación, así como el tipo de corte necesario para cada plano y el eje de rotación se describen en la Tabla 3. Cabe destacar, que el plano C o coronal es el único que no se obtiene mediante ecografía bidimensional además de ser el único cuyo eje de rotación en el espacio es longitudinal. Como se ha dicho anteriormente, gracias a la presencia de este plano, la ecografía tridimensional se comporta como “una resonancia magnética de bolsillo”.

### Selección del paso de rotación:

Una vez seleccionado el plano de rotación, el siguiente paso es elegir el **paso de rotación**, es decir el ángulo entre cada uno de los cortes en los que se va a delimitar o dibujar el contorno del órgano a estudio. Así pues, según el paso de rotación seleccionado, se necesitará un determinado número de cortes para la reconstrucción volumétrica. Teniendo en cuenta que partimos de un espacio con 360°, y que cada corte en este espacio está dividido en dos partes iguales a nivel del eje de rotación, el número de cortes para cada ángulo de rotación es el resultado de dividir 180° por el ángulo del paso de rotación. De esta manera, para ángulos de rotación de 6°, 9°, 15° y 30°, corresponden respectivamente a 30, 20, 12 y 6 cortes (figura 24). Una vez realizado el trazado manual del contorno del órgano (en este caso el embrión) en todos los planos, el programa VOCAL calcula automáticamente el volumen en ML (figura 25).

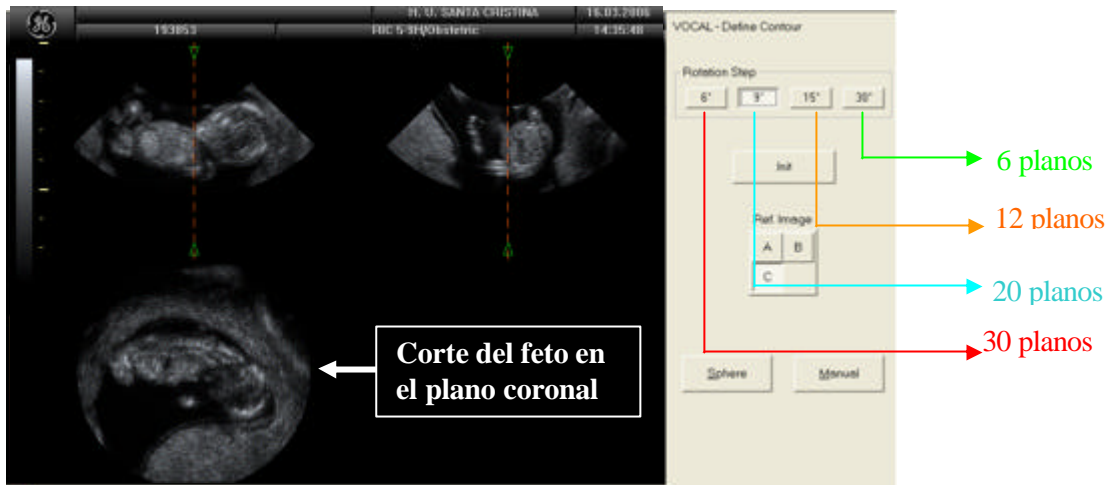


Figura 23. Correspondencia entre el ángulo de rotación y el número de planos para la reconstrucción manual del volumen.

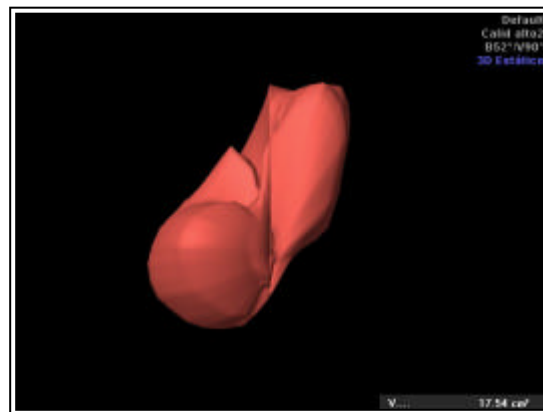


Figura 24. Volumen fetal calculado automáticamente por el programa VOCAL.

### Trazado de un caparazón volumétrico externo:

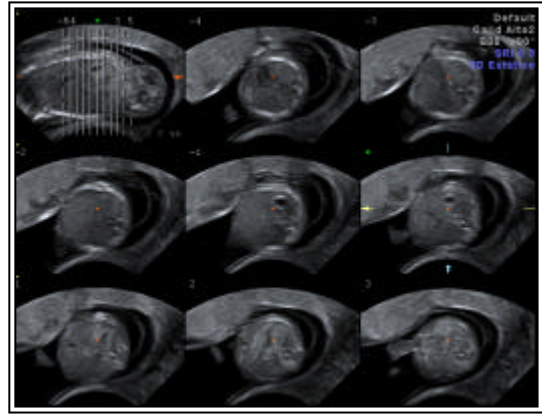
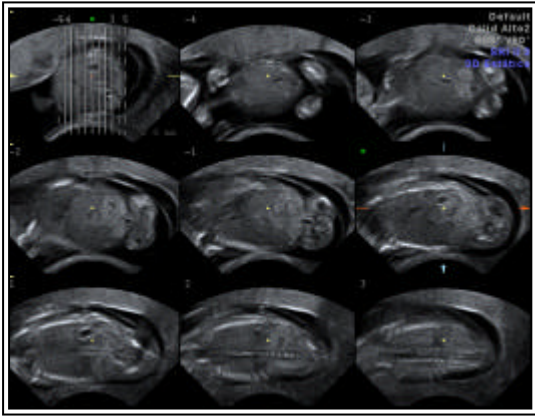
Una vez reconstruido un volumen, se puede obtener una reconstrucción de un volumen por fuera o por dentro del anterior para posteriormente ser estudiado. Para ello se debe seleccionar el grosor del caparazón externo. En el programa VOCAL, este grosor se denomina “shell thickness”, como referencia al grosor de la concha o caparazón que se va a evaluar. Una vez insertado el grosor del caparazón, el programa nos da automáticamente el volumen en  $\text{cm}^3$  y la imagen tridimensional de la reconstrucción del volumen.

### Histograma

La función histograma genera tres índices de vascularidad o power Doppler tridimensional. El índice de vascularización (IV) mide el número de voxels color en el volumen estudiado, representando de esta manera el número de vasos en el tejido y expresándolo como un porcentaje. El índice de flujo (IF) es el valor promedio del color en todos los voxels color, por lo que representa la intensidad media del flujo en una escala entre 0 y 100. El índice vascularización flujo (IVF) es el valor promedio del color en todos los voxels grises y color de la esfera estudiada, representando de esta forma tanto la vascularización como el flujo en una escala entre el 0 y el 100. Este último parámetro da una medida de la perfusión tisular en el volumen estudiado.

## CONSIDERACIONES SOBRE EL TUI

TUI, acrónimo del inglés procedente de Tomographic Ultrasoun Imaging, es una nueva forma de visualización de los datos recogidos en 3D y 4D. Nos aporta una visión por planos de una región estudiada. Se trata principalmente de una propiedad inherente a la ecografía 3D. Una vez realizada una ecografía 3D, la región de interés puede ser cortada en hasta 256 planos. Estos planos se obtienen a partir del eje Z de la región a estudio, son paralelos entre sí y son representados simultáneamente en la pantalla. Para evaluar toda la información plano a plano hay que llevar acabo una traducción. Cada plano puede ser obtenido a una distancia preseleccionada exacta. La primera imagen presentada en la pantalla, de un máximo de 9 imágenes, es una imagen general y ortogonal respecto a los cortes que informa sobre la posición y la distancia de cada uno de los planos. Las imágenes obtenidas pueden rotarse y ser medidas. La distancia entre cada plano puede oscilar entre 0,5 y 10 mm, lo que permite estudiar la zona con mayor o menor detalle. El número de imágenes se puede seleccionar en función del tamaño en que queramos visualizar la zona estudiada, en lugar de 9 imágenes, pueden ser 4, 2 o incluso una sola (figuras 26, 27 y 28). Las imágenes obtenidas se pueden imprimir en formato Dicom o en forma de placa de rayos- X. Los resultados de esta técnica son comparables con imágenes obtenidas con TAC y con RMN (Manual) (41) (Kratochwill, 2005) (42). Se trata de una técnica novedosa, aún poco utilizada. Parece útil en el estudio del corazón fetal. Devore y Polanco (2005) (43) fueron de los primeros en demostrar que el TUI permitía estudiar el corazón fetal con exactitud entre las semanas 13 y 41 de gestación. Espinoza y cols (2006) (44) han estudiado 227 pacientes con gestaciones entre 14 y 41 semanas de amenorrea, obteniendo buenos resultados en la visualización de los tres vasos y la tráquea, las cuatro cámaras cardiacas y en los tractos de salida del corazón, tanto en fetos con defectos cardiacos congénitos como en fetos sanos. El grupo de Paladín (2006) (45), recogió 103 casos de cardiopatías congénitas y definió la distancia ideal entre los cortes en cada edad gestacional para conseguir la visualización del corazón en el 100% de los fetos. Esta técnica está siendo utilizada también con buenos resultados en el estudio de la pelvis fetal para el diagnóstico de pseudohermafroditismos (Rosenblatt, 2006) (46). En casos difíciles va a permitir obtener una segunda opinión y facilitará la comunicación entre especialistas, aunque aun es pronto para saber bien las ventajas y los posibles inconvenientes.



Figuras 25 y 26. Representan las imágenes obtenidas con TUI del cuerpo de un feto de 12 semanas; cortes coronal y transversal respectivamente.

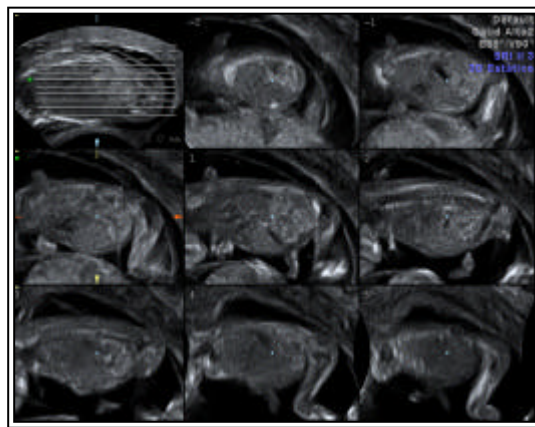


Figura 27. Imagen obtenida con TUI del cuerpo de un feto de 12 semanas; corte longitudinal.

## **ECOGRAFIA TRIDIMENSIONAL EN OBSTETRICIA.**

La ecografía en tres dimensiones en el campo de la obstetricia comenzó a utilizarse hace más de 25 años cuando Brinkley y sus colaboradores empezaron a realizar mediciones fetales. (Brinkley, 1978) (47) y (Brinkley, 1982) (48) Sin embargo, hasta la llegada de los grandes avances informáticos a finales de los 80, no se produjeron importantes mejoras en la ecografía obstétrica tridimensional. En la década de los 90 se prestó principal atención al estudio de la superficie fetal.

Hasta el momento, volúmenes del feto completo en el 2º y 3º trimestre no han sido realizados; en parte debido a las limitaciones de la ecografía 3D para adquirir volúmenes tan grandes y en parte por que los aparatos con ecografía tridimensional no presentan en su software la posibilidad de realizar simultáneamente cortes de la cabeza, el cuerpo y las extremidades fetales (Hafner, 2001) (49), lo que facilitaría el cálculo del volumen fetal completo en un mismo momento. De manera que para predecir el peso fetal, se realiza una reconstrucción de determinadas partes fetales por separado (Schild, 2000) (50).

En el primer trimestre la adquisición del volumen del embrión completo incluidas las extremidades, es posible. Usando un software especial podemos reconstruir geométricamente y de forma simultánea las diferentes partes del cuerpo (cabeza, tronco y extremidades) de los embriones (Blass H-G, 1998) (51) y (Berg S, 2000) (52), y calcular su volumen y peso totales.

En los últimos años la investigación en este campo es creciente y cada vez son más los estudios acerca del uso de la ecografía tridimensional en el cálculo del volumen fetal y sus órganos. Diferentes grupos de investigación han validado la técnica con una buena reproducibilidad inter e intra observador. En relación al estudio de las primeras semanas de gestación, todo parece indicar que el cálculo del volumen fetal, es posible y que probablemente alteraciones en la línea de crecimiento normal sean más sensibles al volumen que a la longitud y puedan acercarnos al diagnóstico de diferentes patologías.

Blaas y cols han publicado en el 2006 (53) su estudio del volumen en tres dimensiones para el cálculo del tamaño fetal. Recogiendo las medidas de 44 fetos, vía transvaginal, dos observadores independientes, han determinado que el volumen aumenta de forma

que a un CRL de 10mm le corresponde un volumen de 93mm<sup>3</sup> y al CRL de 55mm uno de 11.169mm<sup>3</sup>. El volumen de las extremidades representa una proporción creciente en relación con la totalidad del cuerpo, con un CRL de 15mm suponen el 4,7% y con un CRL de 55mm llegan hasta el 9,3%. Lo que representa una proporción significativa dentro de la totalidad del tamaño fetal. Además obtuvieron una reproducibilidad interobservador elevada ( $-0,12 \pm 9,2 \%$ ).

En esta misma línea de investigación, el grupo de Nicolaides (2005) (54) comenzó a estudiar con ecografía tridimensional la relación entre el volumen de la cabeza fetal y el volumen del tronco en fetos de entre 11 semanas de gestación y 13+6 semanas. Tras recoger vía abdominal, 417 gestaciones cromosómicamente normales, observaron que el volumen de la cabeza y del tronco a las 11 semanas es de 5,8ml y que llega a las 13+6 semanas a 33,3ml. Determinaron también una relación entre el volumen y el CRL; un volumen de 5,1 ml corresponde a un CRL de 45mm hasta 37,5ml que corresponderían a 84mm de CRL. Concluyen así, que en este momento de la gestación, el CRL dobla su valor entre la semana 11 y la 13+6, mientras que el volumen en este mismo tiempo se multiplica por 5 ó por 6. Obtiene igualmente una buena reproducibilidad inter e intra observador. Tomando como base este estudio, el mismo grupo (Nicolaides, 2005) (55) estudió vía abdominal el patrón de crecimiento de 140 fetos cromosómicamente anormales. Los fetos con trisomía 21 y síndrome de Turner, comparados con los fetos normales, presentan un CRL similar; sin embargo el volumen del tronco y la cabeza fetales son un 10- 15% menores en los fetos alterados. En el caso de la trisomía 18, la trisomía 13 y las triploidías, el déficit del volumen es del 45% en comparación con los fetos normales, mientras que el CRL sólo presentaba una diferencia del 15%. Finalmente han publicado una relación estadísticamente significativa entre el volumen de la cabeza y el volumen del tronco fetal en 145 fetos cromosómicamente anormales estudiados vía abdominal (Nicolaides, 2005) (56). La trisomía 21 y el síndrome de Turner presentan un déficit de crecimiento simétrico entre la cabeza y el tronco; mientras que la trisomía 13, la trisomía 18 y las triploidías, tienen una restricción de crecimiento asimétrico, estando el tronco comprometido de forma más severa que la cabeza.



Teniendo en cuenta otras patologías del primer trimestre de gestación, se ha utilizado la ecografía en 3 dimensiones para el estudio de la morfología de la vesícula gestacional (Lee, 2006) (57), para el estudio del hueso nasal (Dagklis, 2006) (58), para la determinación de los volúmenes pulmonares y cardiacos (Peralta, 2006) (59), en el estudio de la placenta (Wegrzyn, 2006) (60) y ( Rizzo G, 2007) (61), etc...

Una de las preguntas más realizadas en relación a la ecografía 3D y el primer trimestre de gestación, es si ésta sería capaz de colocar al feto de entre 11 y 14 semanas en un plano sagital perfecto para la medición de la translucencia nuchal de forma correcta. Varios estudios han abarcado el tema, con resultados muy variados; llegando a una conclusión importante: que el plano de adquisición inicial sigue siendo determinante para una correcta medición y que el mejor para ello es el plano sagital (Timor- Trisch, 2007) (62).

## **HIPOTESIS Y OBJETIVOS**

## **HIPOTESIS Y OBJETIVOS**

### **HIPOTESIS**

1. **Hipótesis conceptual:** El feto en la semana 12 y 14 de su desarrollo presenta características morfológicas que permiten su estudio.
2. **Hipótesis operativa:** Por ecografía 2D y 3D transvaginal podemos caracterizar biométrica y morfológicamente el feto en la semana 12 y 14 de gestación.

### **OBJETIVOS**

#### **- OBJETIVOS 2D:**

1. Describir los parámetros biométricos, morfológicos y del Doppler del embarazo en la semana 12 y 14 de gestación con ecografía transvaginal bidimensional.
2. Comparar los parámetros biométricos, morfológicos y del Doppler del embarazo entre las semanas 12 y 14 de gestación.

#### **- OBJETIVOS 3D:**

3. Describir el volumen del feto en la semana 12 de gestación mediante el programa VOCAL de la ecografía transvaginal tridimensional.
4. Describir los parámetros morfológicos del feto en la semana 12 de gestación mediante el programa TUI de la ecografía transvaginal tridimensional.
5. Comparar los parámetros morfológicos obtenidos por ecografía bidimensional con los obtenidos mediante el programa TUI de la ecografía tridimensional en el feto en la semana 12 de gestación.
6. Valorar la reproducibilidad de la ecografía tridimensional en el estudio del volumen del feto en la semana 12 de gestación.

## **PACIENTES, MATERIAL Y METODO**

## **PACIENTES, MATERIAL Y METODO**

### **A) PACIENTES.**

#### **- SELECCIÓN DE PACIENTES.**

Diseñamos un estudio concurrente hospitalario en el que incluimos 149 gestantes controladas en los ambulatorios del Área Sanitaria nº 2 de Madrid. Las pacientes fueron reclutadas durante el periodo comprendido entre noviembre del 2003 y febrero del 2007. Las embarazadas cumplían las siguientes características.

Criterios de inclusión:

1. Gestación única.
2. CRL confirmado ecográficamente entre semana 12 y 12,6 y semana 14 y 14,6.
3. Latido cardiaco positivo.

Criterios de exclusión:

1. Gestaciones múltiples.
2. CRL que no corresponde con amenorrea.
3. Presencia de alguna malformación fetal.

Todas las pacientes fueron informadas del estudio realizado y firmaron un consentimiento informado.

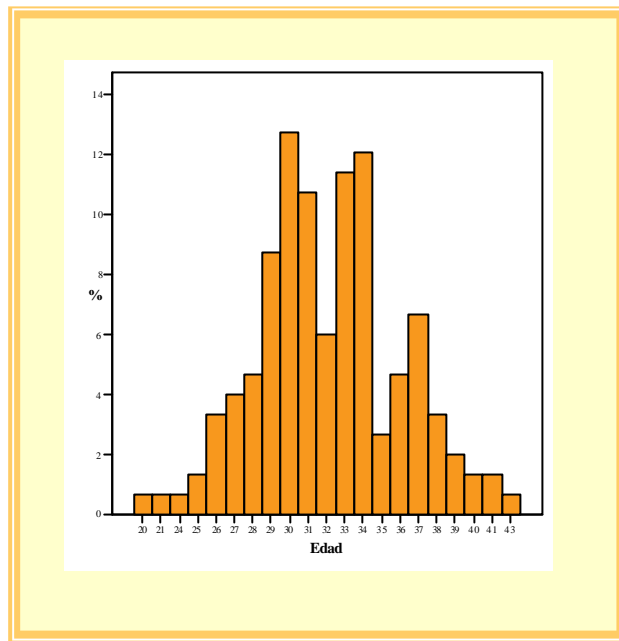
Del total de las 149 gestaciones, 64 se recogieron entre la semana 14 y 14,6 para realizar un estudio morfológico completo de los fetos. El estudio morfológico de la semana 12 se realizó en 45 gestaciones entre la semana 12 y 12,6. Se procesaron con ecografía 3D 40 gestaciones entre la semana 12 y 12,6 de las cuales 20 se utilizaron para un estudio volumétrico con el programa VOCAL y las otras 20 para un estudio morfológico con el programa TUI.

## - CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS DE LAS PACIENTES

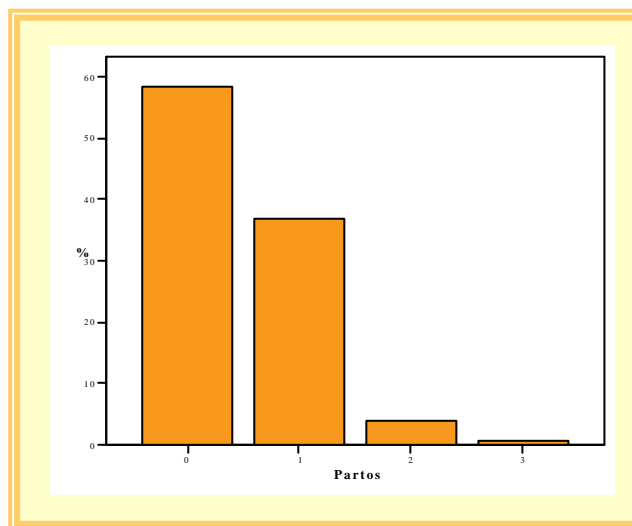
La edad media global de las pacientes en el momento de su inclusión en el estudio fue de  $32,09 \pm 3,94$  años (rango 20-43). La gráfica 2 representa la distribución del porcentaje de pacientes por edad.

En el grupo gestaciones estudiadas en la semana 14, el CRL medio fue de  $82,34 \pm 4,48$  cm. (rango 70,7-91), lo que corresponde a una edad gestacional media de  $14,15 \pm 0,23$  semanas. En el grupo de semana 12 el CRL medio fue de  $59,72 \pm 4,39$  cm. (rango 52-68), lo que corresponde a una edad gestacional media de  $12,32 \pm 0,21$  semanas. Las pacientes estudiadas con ecografía 3D- VOCAL tenían un CRL medio de  $60,82 \pm 4,11$  cm. (rango 54,7-66,1), y las estudiadas con el 3D- TUI, de  $64,24 \pm 3,29$  cm. (rango 52,7-66,4), lo que corresponde a una edad gestacional de  $12,37 \pm 0,21$  semanas y  $12,54 \pm 0,15$  semanas respectivamente.

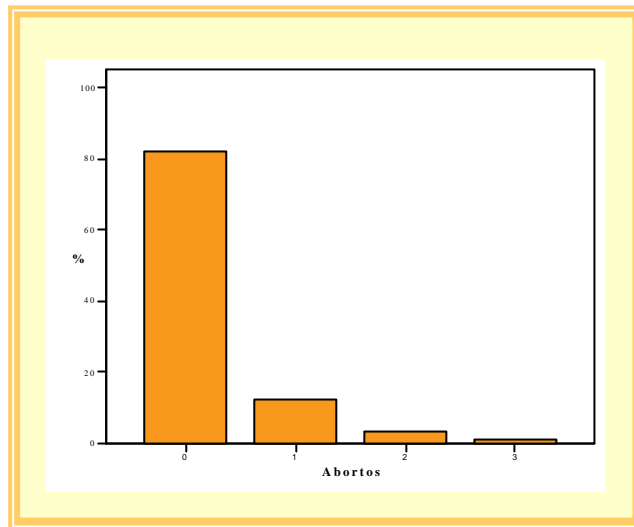
El 58,4% (n= 87) de las pacientes eran nulíparas (gráfica 3) y el 82,6% (n=123) no había tenido nunca ningún aborto (gráfica 4). En el 83,2% (n=124) de las ocasiones no tenían ningún antecedente personal de interés. La complicación obstétrica más frecuente fue la amenaza de aborto, un 14,1% (n=21); seguida de la hiperemesis gravídica (6,7%,n=10); un 73,8% (n=110) de pacientes refirieron un embarazo normal (gráfica 5). Realizamos un estudio antropométrico, las pacientes incluidas en el estudio tenían un peso medio de  $61,94 \pm 9,96$  Kg. (rango 45-105). Su talla media era de  $163,01 \pm 6,33$  cm. (rango 145-178). Como medida que agrupa ambas variables, se realizó un cálculo del IMC (Índice de Masa Corporal) observando que el IMC medio era de  $22,90 \pm 3,68$  (rango 17-37) (gráfica 6).



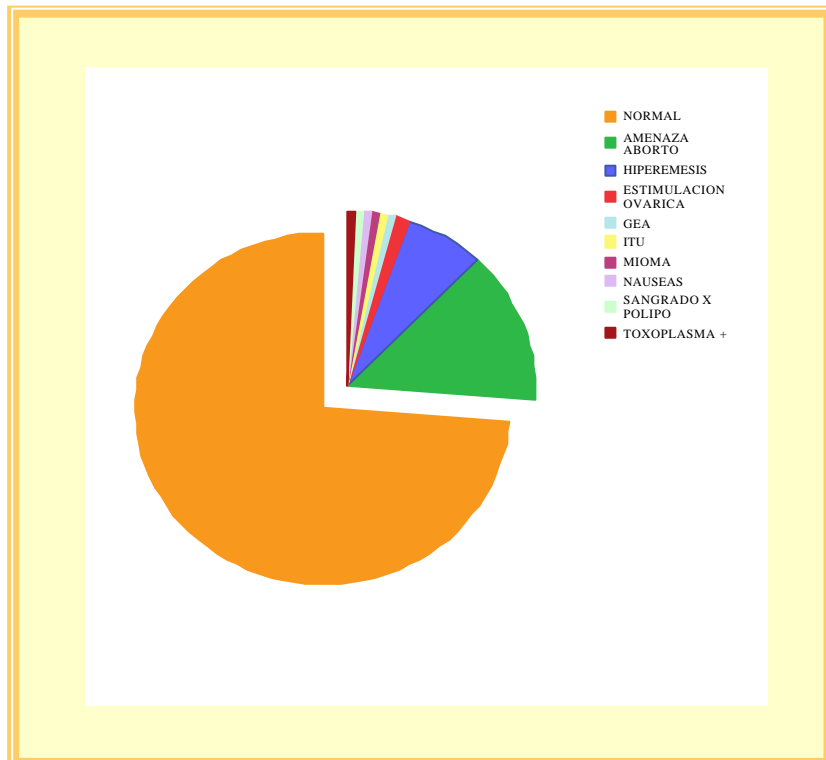
Gráfica 2: Distribución del porcentaje de pacientes por edad.



Gráfica 3: Partos previos.

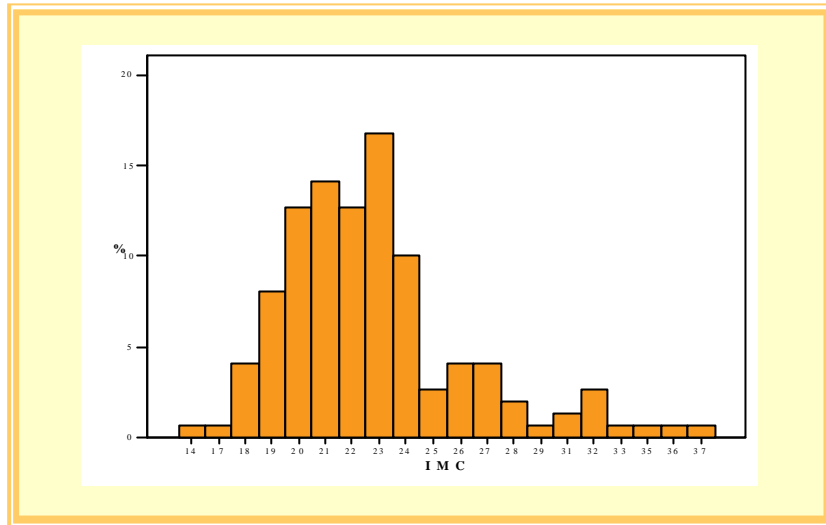


Gráfica 4: Abortos previos.



Gráfica 5: Curso del embarazo.





Gráfica 6: Distribución de las pacientes por su IMC.

## **B) MATERIAL Y METODOS.**

### **1- ADQUISICION DE DATOS.**

Evaluamos a todas las pacientes a las que realizamos un estudio morfológico con un ecógrafo TOSHIBA medical systems modelo NEMIO con sonda vaginal de 7 MHz. Los datos en 3D (Tomographic ultrasound imaging) se recogieron con un ecógrafo ecógrafo VOLUSON EXPERT 730 (Kretztechnik Ibérica, SA, Madrid) equipado con una sonda vaginal multifrecuencia de entre 3 y 9 MHz y un ángulo de visión de 146°. Todas las exploraciones fueron realizadas por un miembro del staff.

Todas las ecografías las realizamos con sonda vaginal. Se realizaron con la vejiga vacía. Durante el estudio las pacientes permanecieron en posición decúbito supino con las rodillas flexionadas y las caderas separadas. La sonda se cubre con una funda apropiada. Colocamos un gel entre la sonda y la funda así como en la superficie de esta.

A todas las pacientes, en primer lugar se les medía un CRL y se descartaba a todas aquellas que no se ajustaran a la edad gestacional requerida en cada estudio. El **CRL** lo obteníamos en una sección longitudinal del feto, colocando los marcadores en el extremo exterior del polo cefálico y en el extremo externo de la nalga fetal. Los miembros y el saco amniótico no se incluyen.

- **ESTUDIO MORFOLOGICO.**

En las 109 gestaciones en las que se realizó un estudio morfológico del feto, una vez que la paciente queda incluida en el estudio, se procedía a medir el Diámetro Biparietal (DBP), la Circunferencia Abdominal (CA) y la Longitud del Fémur (LF).

El **DBP** se realiza en un corte transversal de la cabeza fetal a un nivel medio, en el punto donde se visualizan en la línea media en sentido fronto-occipital la cisura interhemisférica, el cavum del septum pellucidum y la línea gruesa que corresponde a las paredes del tercer ventrículo; a ambos lados se incluye la porción anterior de los cuernos frontales de los ventrículos laterales, los tálamos y los pedúnculos cerebrales. El plano debe ser completamente simétrico. La medición la realizábamos colocando el primer marcador externamente a la tabla ósea del parietal anterior y el segundo internamente a la tabla ósea del parietal posterior.

La **Circunferencia Abdominal** la medimos en un plano longitudinal del feto incluyendo la vena umbilical, en el punto en que se origina el ductus venoso, y el estómago. La medición se realizó justo por fuera del contorno descrito.

La **longitud del fémur** se realizó colocando la sonda paralela al fémur, incluyendo únicamente la diáfisis, de manera que los marcadores van desde el trocánter mayor hasta los cóndilos femorales, sin incluir el reflejo del cartílago epifisario distal. Intentamos medir siempre el fémur más próximo al transductor.

A continuación realizamos el estudio de la placenta y del líquido amniótico. Recogimos la localización y el grosor placentario, medimos el diámetro mayor de la bolsa y registramos la situación y la presentación fetal.

Una vez procesada toda esta información, procedíamos al estudio morfológico del feto comenzando por el polo cefálico.

El estudio morfológico se diseñó siguiendo la siguiente tabla:

<b>ESTRUCTURA FETAL</b>	<b>Abdomen</b>
<b>SNC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estómago</li> <li>• Riñón izquierdo</li> <li>• Riñón derecho</li> <li>• Vejiga</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventrículos laterales</li> <li>• Cerebelo</li> <li>• Cisterna Magna</li> <li>• Plexos coroideos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cordón umbilical</li> <li>• Pared abdominal</li> </ul>
<b>Cara</b>	<b>Extremidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orbitas</li> <li>• Nariz</li> <li>• Labio superior</li> <li>• Huesos de la nariz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brazos: húmero</li> <li>• Piernas: tibia y peroné</li> <li>• Manos y pies</li> </ul>
<b>Tórax</b>	<b>Columna</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulmones</li> <li>• Corazón</li> </ul>	
4 cámaras	
Cruce de grandes vasos	
<b>Diafragma</b>	

Tabla 4: Estructuras fetales estudiadas.

En la **cabeza** rastreamos el **SNC** y buscamos las estructuras faciales. Comenzamos con cortes transversales altos donde encontramos los ventrículos laterales ocupados en su totalidad por los plexos coroideos cuyo grosor medimos. Avanzando hacia abajo, buscamos en la fosa posterior, el cerebelo y la cisterna magna. Medimos la longitud del cerebelo según su eje máximo y el tamaño de la cisterna magna siguiendo un eje antero-posterior.

Para visualizar la **cara fetal** utilizamos tres posibles planos: un plano coronal, un plano axial transversal o un plano sagital. Intentamos recoger la correcta visualización de las órbitas, con el cristalino en su interior, la nariz, el labio superior y los huesos nasales.

A continuación pasamos al estudio del **tronco**. Empezamos con cortes transversales del feto por debajo del cuello. Los **pulmones** deben ocupar la totalidad de la periferia del tórax. Su ecogenicidad en las primeras semanas de gestación es superior a la del hígado. En este corte transversal, a la altura del **corazón**, realizamos el corte de las cuatro cámaras donde reconocíamos las dos aurículas, los dos ventrículos y localización e integridad de los tabiques interauricular e interventricular. Partiendo del corte de las cuatro cámaras, sin girar el transductor y dirigiéndolo hacia la cabeza del feto, intentamos reconocer la salida de la aorta ascendente del ventrículo izquierdo que cruza de izquierda a derecha y continuando con el mismo movimiento y en la misma dirección aparece la salida de la arteria pulmonar, que cruza en sentido contrario, de derecha a izquierda aproximadamente formando un ángulo de 90° con la aorta.

Seguimos bajando con un corte transversal y entramos en el **abdomen**. Ocupando gran parte del abdomen superior, se encuentra el **hígado**, de ecogenicidad homogénea. En el cuadrante superior izquierdo del abdomen localizamos una estructura quística, econegativa, que corresponde con el **estómago**. Algo por debajo del nivel del estómago, a ambos lados de la columna, visualizamos los **riñones**, de ecogenicidad elevada en este momento de la gestación. Una vez localizados los riñones en un corte transversal, realizamos un corte longitudinal del feto para medirlos. Al final del polo inferior fetal encontramos la **vejiga**, formación redondeada y econegativa fácilmente identificable. En este descenso por el abdomen aseguramos la integridad de la pared abdominal. Al nivel de la vejiga, en un corte transversal un poco más anterior y hacia abajo exploramos el **sexo**, muy difícil en gestaciones tan tempranas por la ambigüedad de las imágenes. Finalmente, para acabar con el cuerpo fetal, realizamos un corte longitudinal general donde vemos el **diafragma** como una banda bilaminar convexa de ecogenicidad homogénea, similar a la de los tejidos blandos, pero de menor ecorrefringencia que

delimita tórax y abdomen y que podemos seguir en toda su extensión; y la **columna** que identificamos por la presencia de dos líneas paralelas refringentes que representan los puntos de osificación del cuerpo, láminas y/o pedículos vertebrales.

Para terminar con el estudio morfológico visualizamos brazos y piernas. Podemos ver los **brazos** en el mismo plano de corte que vemos el corazón desplazando el transductor hacia un lado y el otro. Proximal al tronco medimos la longitud del húmero. A continuación, en el antebrazo vemos dos huesos largos: cúbito y radio, siendo más largo el primero. Y por último, la mano; si el corte es tangencial podemos identificar todos los dedos. En las **piernas** iniciamos la exploración en el fémur, después localizamos la tibia y el peroné. Realizamos la medida de la tibia. Y al final encontramos el pie. Si la movilidad del feto nos lo permite, en el corte donde visualizamos la planta, se pueden contar los dedos del pie.

Al acabar el estudio morfológico, procesamos la **vascularización** de las gestaciones. En primer lugar comprobamos la presencia de 3 vasos en el cordón umbilical: dos arterias y una vena. Se identifican fácilmente, bien de forma directa, bien ayudados por el Doppler color, en la entrada del cordón en la pared abdominal y siguiendo su trayecto a ambos lados de la vejiga. A continuación obtenemos la Onda de Velocidad de Flujo Arterial ampliando la imagen y colocando el Doppler pulsado y calculamos el Índice de Resistencia y el de Pulsatilidad comprobando la ausencia de flujo reverso. Estudiamos también la vascularización uterina. Identificamos las arterias uterinas en el corte longitudinal del cérvix, lateralizando el transductor a ambos lados del útero hasta localizar el trayecto tortuoso que presentan estos vasos. La aplicación del Doppler color facilita su correcta identificación. Obtuvimos la Onda de Velocidad de Flujo Arterial a ambos lados y calculamos los Índices de Pulsatilidad recogiendo también la presencia o ausencia de Notch.

Finalmente anotamos el tiempo empleado en el estudio completo y, si las ha habido, las causas que han dificultado la correcta visualización de todas las estructuras.

- ESTUDIO TRIDIMENSIONAL.

En las 40 gestaciones en las que se realizó un estudio tridimensional, primero se procedió a la exploración en modo B del feto. Cuando se obtuvo un corte adecuado en 2D, corte longitudinal en el que se obtuvo el CRL, se sobrepuso la ventana 3D para obtener el volumen de la región de interés. El ángulo del sector volumétrico fue

preseteado a 90° y la adquisición se realizó con una calidad alta 1. La duración de la adquisición del volumen osciló entre 10 y 15 segundos. Se pidió a todas las pacientes que permanecieran sin moverse y se evitaron los movimientos de la sonda durante el tiempo de adquisición. Todos los volúmenes fueron adquiridos por un mismo observador. Una vez adquiridos los volúmenes, 20 fueron procesados con el programa VOCAL (Virtual Organ Computer-aided Análisis) y otros 20 con el TUI (Tomographic Ultrasound Imaging).

a) VOCAL.

Los volúmenes obtenidos se almacenaron en el disco duro del ecógrafo para después ser transferidos a discos compactos y ser estudiados en un ordenador portátil que disponía del programa VOCAL instalado en su disco duro. Usando el modo manual se marcaron los diferentes cortes de rotación del contorno fetal en el plano A o longitudinal, en el plano B o transversal y en el plano C o coronal. Para cada plano se eligió un paso de rotación de 30° lo que significa que en cada plano se generan 6 cortes para marcar el contorno fetal. Una vez realizado el trazado manual del contorno del órgano en todos los planos, el programa VOCAL calcula automáticamente el volumen en ML.

Para el estudio de la variabilidad intraobservador, el explorador, llevó a cabo la medición del volumen dos veces consecutivas en cada volumen adquirido, comparando después los resultados obtenidos para cada volumen de la misma paciente. Para el estudio de la variabilidad interobservador, un segundo explorador, llevó a cabo la medición del volumen una vez en cada volumen adquirido, y después se compararon sus resultados con uno de los obtenidos por el otro observador en cada volumen en la misma paciente.

b) TUI.

Una vez adquirido el volumen se marca en el ecógrafo la opción del TUI y se van obteniendo automáticamente los cortes del feto en cada uno de los planos el A, el B y el C. De los 20 fetos procesados con TUI, en los 10 primeros se realizó un estudio del feto completo y en los 10 últimos se estudió el feto por partes, primero la cabeza y a continuación el cuerpo. En cada uno de los planos se seleccionó el número de cortes más adecuado para la correcta visualización de las estructuras, en el mismo momento de la adquisición de la imagen. Las imágenes obtenidas se almacenaron en el disco duro del ecógrafo para después ser transferidas a discos compactos y posteriormente poder

ser estudiadas en cualquier ordenador. De forma diferida, visualizamos las imágenes capturadas y recogimos que estructuras podíamos ver en cada situación así como las causas que dificultan la correcta visualización, si es que las ha habido.

## 2- DESCRIPCION DE LAS VARIABLES.

- **Edad:** variable cuantitativa continua, expresada en años.
- **Edad gestacional:** variable cuantitativa continua, expresada en semanas y días.
- **Talla:** variable cuantitativa continua, expresada en centímetros.
- **Peso:** variable cuantitativa continua, expresada en kilogramos.
- **Índice de Masa Corporal:** variable cuantitativa continua (peso en kg/talla en  $\text{cm}^2$ ).
- El número de **partos** previos: variable cuantitativa discreta.
- El número de **abortos** previos: variable cuantitativa discreta.
- Los antecedentes personales: variable cualitativa nominal.
- El curso del embarazo: variable cualitativa nominal.
- La **situación** fetal: variable cualitativa nominal, definida como la relación entre los ejes longitudinales de la madre y el feto, con las siguientes categorías: indiferente (feto que modifica su situación durante la exploración), longitudinal y transversa.
- La **presentación** fetal: variable cualitativa nominal, definida como la parte del cilindro fetal que contacta con la pelvis materna, pudiendo ser: cefálica, podálica, transversa e indiferente (feto que modifica su situación durante la exploración).
- El **CRL:** variable cuantitativa continua, en milímetros.
- **Semanas de gestación según el CRL:** variable cuantitativa continua.
- El **Diámetro Biparietal:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Semanas de gestación según el DBP:** variable cuantitativa continua.
- La **Circunferencia Abdominal:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Semanas de gestación según la CA:** variable cuantitativa continua.
- La **Longitud del Fémur:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Semanas de gestación según la LF:** variable cuantitativa continua.

- **Localización de la placenta (LA):** variable cualitativa nominal, definida como la posición placentaria respecto al feto, pudiendo ser anterior o posterior.
- **Grosor placentario:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Diámetro mayor de la bolsa:** variable cuantitativa continua, definida como el diámetro máximo de líquido amniótico sin partes fetales y expresada en milímetros.
- **Ventrículos laterales:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Tercer ventrículo:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Cerebelo:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Medida del cerebelo:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Cisterna magna:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Medida de la cisterna magna:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Plexos coroideos:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Medida de los plexos coroideos:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Cuatro cámaras:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Cruce de los grandes vasos:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Ojos:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Nariz:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Paladar:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Hueso nasal:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Traslucencia nuchal:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Estómago:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Riñón izquierdo:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Medida del riñón izquierdo:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Riñón derecho:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Medida del riñón derecho:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Vejiga:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Sexo:** variable cualitativa nominal, con las siguientes categorías: indeterminado, varón y mujer.
- **Cordón umbilical:** variable cualitativa dicotómica (si/no) que hace referencia a la presencia de 3 vasos en el cordón umbilical.



- **Tibia:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Longitud de la tibia:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Peroné:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Húmero:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Longitud del húmero:** variable cuantitativa continua, expresada en milímetros.
- **Columna:** variable cualitativa dicotómica (si/no) que hace referencia a la visualización completa de la columna.
- **Diafragma:** variable cualitativa dicotómica (si/no) que hace referencia a la integridad del diafragma.
- **Índice de Pulsatilidad de la arteria uterina derecha:** variable cuantitativa continua.
- **Noth de la arteria uterina derecha:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **IP de la arteria uterina izquierda:** variable cuantitativa continua.
- **Noth de la arteria uterina izquierda:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Índice de Resistencia de la arteria umbilical:** variable cuantitativa continua.
- **Índice de Pulsatilidad de la arteria umbilical:** variable cuantitativa continua.
- **Flujo reverso en la arteria umbilical:** variable cualitativa dicotómica (si/no).
- **Tiempo total del estudio:** variable cuantitativa continua, expresada en minutos.
- **Volúmenes fetales:** variable cuantitativa continua, expresada en mililitros.

### 3- ANALISIS ESTADISTICO.

Con todas las variables recogidas, creamos una base de datos en SPSS (Statistical Package for the Social Science; versión 11.5, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). El análisis estadístico se llevó a cabo con la ayuda de este mismo programa.

Expresamos las variables cuantitativas continuas en forma de media, desviación estándar y rango; y las cualitativas como número de casos y porcentaje.

Realizamos el análisis estadístico mediante el paquete informático SPSS, analizando las variables cualitativas mediante tablas de contingencia con el estadístico Chi-cuadrado y las expresamos como Odds Ratio (OR) con un intervalo de confianza del 95% (IC 95%). Las variables cuantitativas se analizaron comparando las medias con el T test.

Consideramos como significativo un error alfa menor o igual del 5% para todos los análisis.

Con los datos obtenidos con ecografía en 3 dimensiones y procesados con el programa VOCAL, analizamos el grado de acuerdo intra e interobservador calculando la media de las diferencias entre ambas medidas (volúmenes) y su desviación estándar utilizando en Método de Bland-Altman (63,64); y valoramos el índice de fiabilidad de las medidas con el coeficiente de correlación intraclass (CCI) intra e interobservador y el 95% de su intervalo de confianza (IC).

## **RESULTADOS**

# RESULTADOS

---

## 1- DESCRIPTIVOS.

### ECOGRAFIA BIDIMENSIONAL.

#### 1.1 SEMANA 14.

Para describir los datos recogidos, distribuimos los resultados en tres grupos: biometrías obtenidas, estructuras visualizadas y sus medidas (morfología) y estudio Doppler. Finalmente indicamos el tiempo empleado en la exploración y las causas de mala visualización.

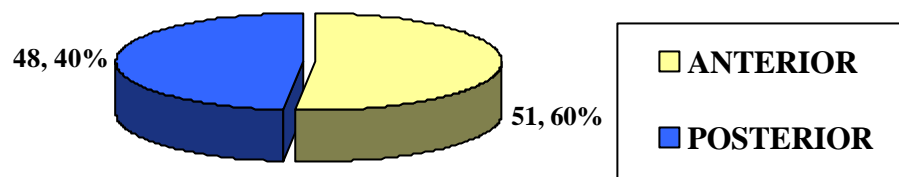
##### 1.1.1. Biometrías.

El CRL medio obtenido en las gestaciones de 14 semanas fue de 82,34 mm. La tabla n° 5 muestra las biometrías de los fetos de 14 semanas.

	MEDIA	DS	RANGO	
<b>CRL</b>	<b>82,34</b>	4,47	70,70	91,00
<b>DBP</b>	<b>27,64</b>	1,95	24,00	32,00
<b>CA</b>	<b>84,63</b>	6,45	73,00	97,00
<b>LF</b>	<b>13,34</b>	1,90	10,00	19,00
<b>GROSOR PLACENTA</b>	22,44	6,32	13,00	47,90
<b>LA</b>	53,85	11,66	34,00	81,00

Tabla 5. Biometrías en la semana 14.

El 51,60 % de las gestaciones presentó una placenta en la cara anterior.



Gráfica 7. Localización placentaria en la semana 14.

La presentación de los fetos en el momento de la exploración está recogida en la tabla nº 6.

PRESENTACION	NUMERO DE CASOS	%
INDIFERENTE	16	25 %
TRANSVERSA	16	25 %
CEFALICA	16	25 %
PODALICA	16	25 %

Tabla 6: Presentación fetal en la semana 14.

### 1.1.2. Morfología.

En la tabla nº 7 está recogido el número de casos y el porcentaje de pacientes que representa en los que pudimos visualizar las estructuras estudiadas. Están señalados en negrita los valores que superan el 85 % de visualización. Destaca que sólo 5 de las 18 estructuras estudiadas quedan por debajo de este porcentaje. El cruce de los grandes vasos es la parte de la anatomía fetal más difícil de visualizar. En el 100 % de los casos vimos la columna completa y verificamos la continuidad del diafragma.

	SI		NO	
	Número	%	Número	%
VENTRICULOS LATERALES	55	<b>85,90</b>	9	14,10
CEREBELO	51	79,70	13	20,30
CISTERNA MAGNA	50	78,10	14	21,90
PLEXOS COROIDEOS	59	<b>92,20</b>	5	7,80
CUATRO CAMARAS	57	<b>89,10</b>	7	10,90
CRUCE DE GRANDES VASOS	43	67,20	20	31,30
ORBITAS	57	<b>89,10</b>	7	10,90
NARIZ	56	<b>87,50</b>	8	12,50
PALADAR	56	<b>87,50</b>	8	12,50
HUESO NASAL	31	48,40	33	51,60
ESTOMAGO	62	<b>96,90</b>	2	3,10
RIÑÓN IZQUIERDO	52	81,30	12	18,80
RIÑÓN DERECHO	55	<b>85,90</b>	9	14,10
VEJIGA	60	<b>93,80</b>	4	6,30
HUMERO	64	<b>100</b>	0	0
TIBIA	64	<b>100</b>	0	0
PERONE	63	<b>98,40</b>	1	1,60
MANOS	64	<b>100</b>	0	0
PIES	64	<b>100</b>	0	0

Tabla 7: Estructuras visualizadas en la ecografía de semana 14.

En la semana 14 de gestación pudimos visualizar la totalidad de las estructuras estudiadas en un 56,30 % de los fetos. Al excluir las estructuras cardíacas (cuatro cámaras y cruce de grandes vasos) la visualización se reduce a un 48,40% de los fetos estudiados.

La tabla nº 8 recoge las medidas obtenidas en los fetos en la semana 14.

	<b>MEDIA</b>	<b>DS</b>	<b>RANGO</b>	
<b>CEREBELO</b>	11,25	1,84	4,00	14,80
<b>CISTERNA MAGNA</b>	2,75	1,41	1,00	10,00
<b>PLX COROIDEOS</b>	6,24	0,73	3,90	8,70
<b>T. NUCAL</b>	1,62	0,49	0,60	2,90
<b>RIÑÓN IZQ</b>	10,22	1,63	6,80	13,70
<b>RIÑÓN DCH</b>	9,91	1,40	6,90	13,50
<b>TIBIA</b>	10,42	1,75	6,70	15,20
<b>HÚMERO</b>	13,31	1,79	8,00	17,00

Tabla 8: Medidas de las estructuras en la semana 14.

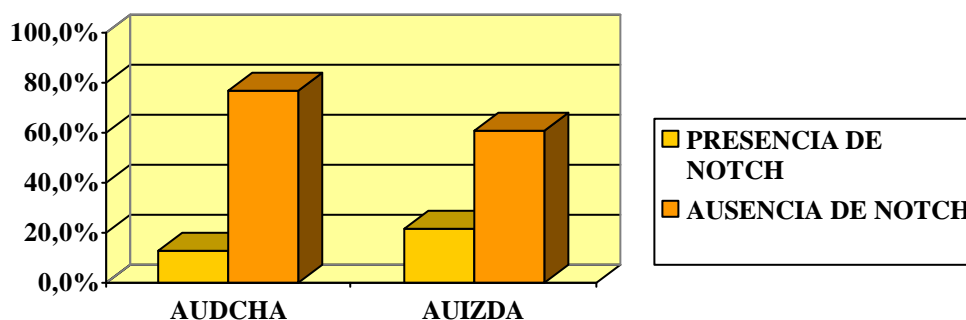
### 1.1.3. Doppler.

En nuestro estudio, medimos los Índices de Pulsatilidad de ambas arterias uterinas y el Índice de Pulsatilidad y el de Resistencia de las arterias umbilicales (tabla nº 9). No registramos ningún flujo reverso en las arterias umbilicales.

	MEDIA	DS	RANGO	
<b>IPAUDCHA</b>	1,06	0,56	0,18	2,95
<b>IPAUZDA</b>	1,22	0,76	0,36	3,73
<b>IR UMBILICAL</b>	0,87	0,28	0,08	1,96
<b>IP UMBILICAL</b>	1,95	0,54	0,22	2,71

Tabla 9: Doppler en la semana 14.

Recogimos la presencia o ausencia de Notch en las arterias uterinas. Sólo el 14 % de estas pacientes tenían Notch en la arteria uterina derecha y un 26,40 % en la izquierda.



Gráfica 8. Notch en las arterias uterinas en la semana 14.

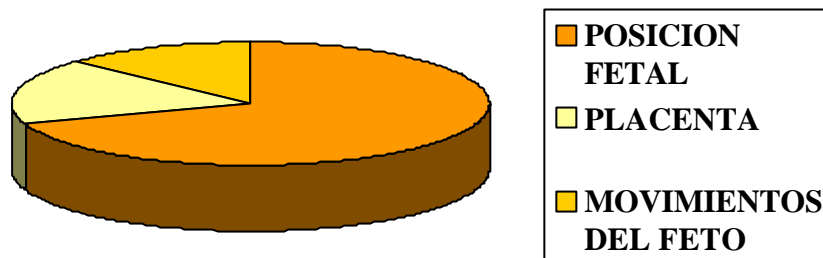
### 1.1.4. Tiempo empleado en la exploración.

El tiempo medio empleado en esta exploración fue de 15,28 minutos, con una desviación estándar de 3,72 y un rango de (8- 23).



#### 1.1.5. Causas de mala visualización.

Las causas de mala visualización registradas en la recogida de los datos de los fetos de 14 semanas están representadas en el siguiente gráfico. La causa más frecuente fue la posición fetal; los fetos en podálica presentaron una mayor dificultad en la visualización de las estructuras fetales.



Gráfica 9. Causas de mala visualización en la semana 14.

## 1.2. SEMANA 12.

Los datos recogidos en la semana 12, están distribuidos de la misma forma que los de la semana 14.

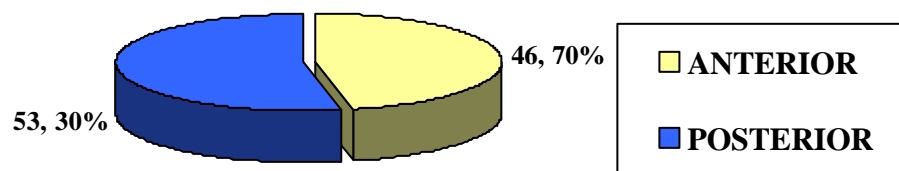
### 1.2.1. Biometrías.

El CRL medio obtenido en las gestaciones de 12 semanas fue de 59,71 mm. La tabla n° 10 muestra las biometrías de los fetos de 12 semanas.

	MEDIA	DS	RANGO	
<b>CRL</b>	<b>59,71</b>	4,38	52,00	68,00
<b>DBP</b>	<b>20,59</b>	1,49	18,00	24,00
<b>CA</b>	<b>60,93</b>	5,94	36,00	76,00
<b>LF</b>	<b>7,53</b>	1,05	6,00	10,00
<b>GROSOR PLACENTA</b>	17,35	3,72	12,00	29,00
<b>LA</b>	41,96	8,74	25,00	65,00

Tabla 10: Biometrías en la semana 12.

El 46,70 % de las gestaciones presentó una placenta en la cara anterior.



Gráfica 10: Localización placentaria en la semana 12.

La tabla nº 11 recoge la presentación de los fetos en el momento de la exploración.

<b>PRESENTACION</b>	<b>NUMERO DE CASOS</b>	<b>%</b>
<b>INDIFERENTE</b>	0	0,00%
<b>TRANSVERSA</b>	24	53,30%
<b>CEFALICA</b>	9	20,00 %
<b>PODALICA</b>	12	26,70 %

Tabla 11: Presentación fetal en semana 12.

#### 1.2.2. Morfología.

En la tabla nº 12 está recogido el número de casos y el porcentaje de pacientes que representa en los que pudimos visualizar las estructuras estudiadas. Nuevamente están señalados en negrita los valores que superan el 85 % de visualización. Destaca que en esta ocasión hay 8 de las 18 estructuras estudiadas que quedan por debajo de este porcentaje. El cruce de los grandes vasos es, al igual que en la semana 14, la parte de la anatomía fetal más difícil de visualizar. En el 100 % de los casos vimos la columna completa y verificamos la continuidad del diafragma.

En la semana 12 de gestación pudimos visualizar la totalidad de las estructuras estudiadas en un 31,10 % de los fetos. Al excluir las estructuras cardíacas, cuatro cámaras y cruce de grandes vasos, la visualización completa se reduce a un 15,60 % de los fetos estudiados.

	SI		NO	
	Número	%	Número	%
VENTRICULOS LATERALES	42	<b>93,30</b>	3	6,70
CEREBELO	28	62,20	17	37,80
CISTERNA MAGNA	27	60,00	18	40,00
PLEXOS COROIDEOS	43	<b>95,60</b>	2	4,40
CUATRO CAMARAS	34	75,60	11	24,40
CRUCE DE GRANDES VASOS	10	22,20	35	77,80
ORBITAS	41	<b>91,10</b>	4	8,90
NARIZ	41	<b>91,10</b>	4	8,90
PALADAR	40	<b>88,90</b>	5	11,10
HUESO NASAL	15	33,30	30	66,70
ESTOMAGO	43	<b>95,60</b>	2	4,40
RIÑON IZQUIERDO	24	53,30	21	46,70
RIÑON DERECHO	28	62,20	17	37,80
VEJIGA	38	84,40	7	15,60
HUMERO	45	<b>100</b>	0	0
TIBIA	44	<b>97,80</b>	1	2,20
PERONE	44	<b>97,80</b>	1	2,20
MANOS	45	<b>100</b>	0	0
PIES	45	<b>100</b>	0	0

Tabla 12: Estructuras visualizadas en la ecografía de semana 12.

La tabla nº 13 recoge las medidas obtenidas en los fetos en la semana 12.

	<b>MEDIA</b>	<b>DS</b>	<b>RANGO</b>	
<b>CEREBELO</b>	7,35	1,70	4,50	10,40
<b>CISTERNA MAGNA</b>	2,07	0,67	1,00	3,00
<b>PLX COROIDEOS</b>	5,25	1,23	4,00	11,50
<b>T. NUCAL</b>	1,45	0,42	0,60	2,40
<b>RIÑÓN IZQ</b>	6,74	0,88	5,40	9,10
<b>RIÑÓN DCH</b>	6,33	0,89	5,00	8,20
<b>TIBIA</b>	5,45	0,95	4,00	8,50
<b>HÚMERO</b>	7,42	1,25	5,00	11,00

Tabla 13: Medidas de las estructuras en la semana 12.

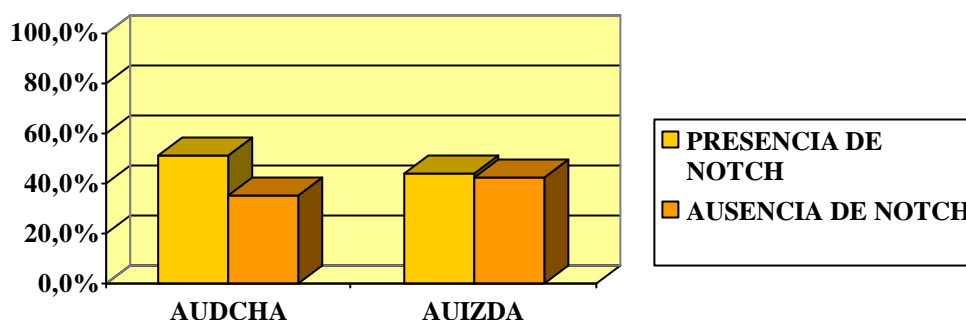
### 1.2.3. Doppler.

En la semana 12 también medimos los Índices de Pulsatilidad de ambas arterias uterinas y el Índice de Pulsatilidad y el de Resistencia de las arterias umbilicales (tabla nº 14). Nuevamente no registramos ningún flujo reverso en las arterias umbilicales.

	<b>MEDIA</b>	<b>DS</b>	<b>RANGO</b>	
<b>IPAUDCHA</b>	1,42	0,87	0,36	3,50
<b>IPAUZDA</b>	1,27	0,60	0,40	2,99
<b>IR UMBILICAL</b>	0,86	0,27	0,59	2,37
<b>IP UMBILICAL</b>	2,01	0,58	0,97	3,27

Tabla 14: Doppler en la semana 12.

Recogimos la presencia o ausencia de Notch en las arterias uterinas. En la semana 12 el 59 % de las gestaciones presentaban Notch en la arteria uterina derecha y el 51,30 % en la arteria uterina izquierda.



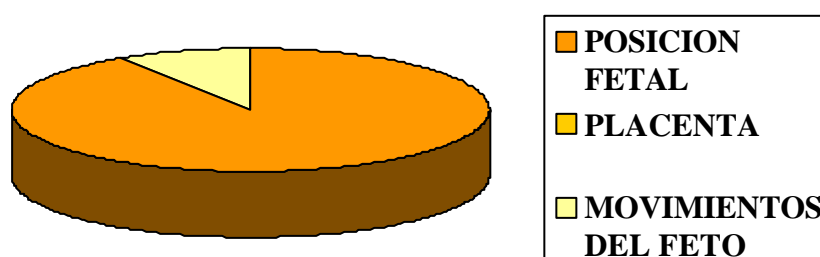
Gráfica 11. Notch en las arterias uterinas en la semana 12.

#### 1.2.4. Tiempo empleado en la exploración.

El tiempo medio empleado en esta exploración fue de 13,09 minutos, con una desviación estándar de 3,02 y un rango de (9- 22).

#### 1.2.5. Causas de mala visualización.

Las causas de mala visualización de las estructuras fetales registradas en la recogida de los datos de los fetos de 12 semanas están representadas en el siguiente gráfico.



Gráfica 12. Causas de mala visualización en la semana 12.

## ECOGRAFIA TRIDIMENSIONAL EN LA SEMANA 12.

### 1.3. VOCAL.

Se estudiaron con el programa VOCAL 20 gestaciones recogidas con ecografía 3D. El CRL medio fue de 60,82 mm (DS: 4,10; rango: 54,70- 66,10). El volumen medio de estos fetos es de 16,33 ml (DS: 2,50; rango: 10,56- 20,53).

En la tabla nº 15 están recogidos los volúmenes obtenidos por los dos observadores en cada uno de los planos.

PLANO	OBSERVADOR	MEDIDA	MEDIA (ML)	SD	MAXIMO	MINIMO
A	1	1	16,00	2,52	20,47	10,55
	1	2	15,84	2,46	20,07	9,75
	2	3	15,63	2,83	20,82	10,30
B	1	1	16,14	2,66	21,16	10,04
	1	2	16,09	2,53	20,62	10,16
	2	3	15,81	2,67	19,81	10,02
C	1	1	17,49	2,71	22,45	11,57
	1	2	17,30	2,62	21,92	11,69
	2	3	16,60	2,74	20,93	10,97

Tabla 15. Resultados descriptivos de los volúmenes fetales.

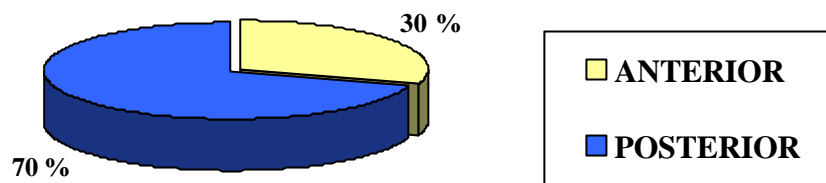
### 1.4. TUI.

Se estudiaron con el programa TUI 20 gestaciones recogidas con Eco 3D. En las 10 primeras se realizó un estudio del feto completo y en las 10 últimas se estudió el feto por partes, primero la cabeza y a continuación el cuerpo. Los resultados obtenidos en el estudio del feto completo fueron prácticamente nulos, de manera que no han sido incluidos en el análisis estadístico aunque si se tienen en cuenta a la hora de sacar conclusiones. Así pues, todos los resultados mostrados a continuación se refieren exclusivamente al estudio realizado del feto por partes.

#### 1.4.1. Biometrías:

El CRL medio de estas gestaciones fue de 65,35 mm (DS: 1,14; rango: 66,30- 63,50).

El 70,00 % de las gestaciones presentó una placenta en la cara posterior.



Gráfica 13: Localización placentaria en los fetos estudiados con TUI en la semana 12.

En la tabla nº 16 está recogida la presentación de los fetos en el momento de la exploración.

PRESENTACION	NUMERO DE CASOS	%
INDIFERENTE	0	0%
TRANSVERSA	8	80 %
CEFALICA	1	10 %
PODALICA	1	10 %

Tabla 16: Presentación fetal en semana 12 en los fetos estudiados con TUI.

#### 1.4.2. Morfología:

En la tabla nº 17 está recogido el número de casos y el porcentaje de pacientes que representa, en los que pudimos visualizar las estructuras estudiadas, utilizando el TUI. Están de nuevo representados en negrita los valores que superan el 85% de



visualización. Destaca que sólo 2 de las 18 estructuras estudiadas quedan por encima de este porcentaje. Visualizamos la columna completa en un 60% de los casos y la continuidad del diafragma en un 80 %.

	SI		NO	
	Número	%	Número	%
VENTRICULOS LATERALES	9	<b>90</b>	1	10
CEREBELO	3	30	7	70
CISTERNA MAGNA	6	60	4	40
PLEXOS COROIDEOS	9	<b>90</b>	1	10
CUATRO CAMARAS	2	20	8	80
CRUCE DE GRANDES VASOS	0	0	10	100
ORBITAS	4	40	6	60
NARIZ	3	30	7	70
PALADAR	2	20	8	80
HUESO NASAL	0	0	10	100
ESTOMAGO	8	80	2	20
RIÑON IZQUIERDO	0	0	10	100
RIÑON DERECHO	0	0	10	100
VEJIGA	3	30	7	70
HUMERO	0	0	10	100
TIBIA	0	0	10	100
PERONE	0	0	10	100
MANOS	0	0	10	100
PIES	0	0	10	100

Tabla 17: Estructuras visualizadas en la ecografía de semana 12 procesadas con TUI.

## 2- ANALITICOS.

### 2.1. COMPARACION ENTRE LAS SEMANAS 12 Y 14.

A continuación se exponen los resultados obtenidos al comparar los datos recogidos en la semana 14 con los de la semana 12.

#### 2.1.1. Pacientes.

En la tabla nº18 mostramos la comparación entre la edad y las variables antropométricas en los dos grupos, no encontrando diferencias entre ellas.

	12 (N, SD)	14 (N, SD)	p
<b>EDAD</b>	32,09 (3,84)	31,41 (3,54)	0,341
<b>TALLA</b>	162,69 (7,12)	163,23 (6,21)	0,672
<b>PESO</b>	60, 6 (9,74)	62,11 (9,31)	0,465
<b>IMC</b>	22,56 (3,52)	22,73 (3,54)	0,795

Tabla 18: T- Test de las pacientes estudiadas en la semana 12 y en la 14.

#### 2.1.2. Localización placentaria.

La localización placentaria fue similar en ambos grupos.

	12 (N, %)	14 (N, %)	p
<b>ANTERIOR</b>	21 (46,70 %)	33 (51,60%)	0,615
<b>POSTERIOR</b>	24 (53,30 %)	31 (48,40%)	

Tabla 19: Comparación de las localizaciones placentarias entre la semana 12 y la 14.

### 2.1.3. Presentación.

No encontramos en la semana 12 ninguna presentación indiferente, mientras que en la semana 14 había un 25%.

	12 (N, %)	14 (N, %)	p
<b>INDIFERENTE</b>	0 (0 %)	16 (25,00 %)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>CEFALICA</b>	9 (20,00 %)	16 (25,00%)	
<b>PODALICA</b>	12 (26,70 %)	16 (25,00 %)	
<b>TRANSVERSA</b>	24 (53,30 %)	16 (25,00 %)	

Tabla 20: Comparación de las presentaciones fetales entre la semana 12 y la 14.

### 2.1.4. Morfología.

#### 1) Sistema nervioso central:

La visualización de la cisterna magna y del cerebelo, es mayor en la semana 14 de gestación.

	12 (N, %)	14 (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>VENTRICULOS LATERALES</b>	42 (93,30 %)	55 (85,90 %)	0,437	(0,111- 1,713)	0,225
<b>CEREBELO</b>	28 (62,20 %)	51 (79,70 %)	2,382	(1,011- 5,610)	<b>0,044</b>
<b>CISTERNA MAGNA</b>	27 (60,00 %)	50 (78,10 %)	2,381	(1,027- 5,519)	<b>0,041</b>
<b>PLX COROIDEOS</b>	43 (95,60 %)	59 (92,20 %)	0,549	(0,102- 2,963)	0,480

Tabla 21: Comparación de la visualización de las estructuras cerebrales entre la semana 12 y la 14.

2) Cara:

Las estructuras de la cara no se detectaron con más facilidad en la semana 14 que en la 12.

	12 (N, %)	14 (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>ORBITAS</b>	41 (91,10 %)	57 (89,10%)	0,794	(0,218- 2,893)	0,727
<b>NARIZ</b>	41 (91,10 %)	56 (87,50 %)	0,683	(0,193- 2,422)	0,553
<b>PALADAR</b>	40 (88,90 %)	56 (87,50 %)	0,875	(0,267- 2,873)	0,826
<b>HUESO NASAL</b>	15 (33,00%)	31 (48,40 %)	1,879	(0,852- 4,141)	0,116

Tabla 22: Comparación de la visualización de las estructuras de la cara entre la semana 12 y la 14.

3) Corazón:

Las estructuras cardiacas se visualizaron en un mayor número de casos en la semana 14, de forma significativa el cruce de los grandes vasos y en el caso de las cuatro cámaras, rozando la significación estadística.

	12 (N, %)	14 (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>4 CAMARAS</b>	34 (75,60 %)	57 (89,10%)	2,634	(0,933- 7,442)	0,062
<b>CRUCE DE GRANDES VASOS</b>	10 (22,20 %)	43 (67,20%)	7,700	(3,196- 18,552)	<b>&lt; 0,001</b>

Tabla 23: Comparación de la visualización de las estructuras cardiacas entre la semana 12 y la 14.

4) Diafragma:

El diafragma se visualizó en todos los fetos tanto en la semana 12 como en la semana 14.

5) Abdomen:

Los riñones se estudiaron con más claridad en la semana 14.

	12 (N, %)	14 (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>ESTOMAGO</b>	43 (95,60 %)	62 (96,90 %)	1,442	(0,195- 10,635)	0,718
<b>RIÑON IZQ.</b>	24 (53,30 %)	52 (81,30 %)	3,792	(1,607- 8,947)	<b>0,002</b>
<b>RIÑON DCHO.</b>	28 (62,20 %)	55 (85,90 %)	3,710	(1,468- 9,378)	<b>0,004</b>
<b>VEJIGA</b>	38 (84,40 %)	60 (93,80 %)	2,763	(0,758- 10,078)	0,112

Tabla 24: Comparación de la visualización de las estructuras abdominales entre la semana 12 y la 14.

6) Extremidades:

Los miembros superiores se detectaron en todos los fetos estudiados, tanto en la semana 12 como en la 14. En el caso de los miembros inferiores, el fémur se detectó y se midió correctamente en todos los casos.

	12 (N. %)	14 (N. %)	OR	IC 95%	p
<b>HUMERO</b>	45 (100 %)	64 (100 %)	-	-	-
<b>TIBIA</b>	44 (97,80%)	64 (100 %)	2,455	(1,955- 3,081)	0,231
<b>PERONE</b>	44 (97,80%)	63 (98,4 %)	1,432	(0,087- 23,509)	0,801
<b>MANOS</b>	45 (100 %)	64 (100 %)	-	-	-
<b>PIES</b>	45 (100 %)	64 (100 %)	-	-	-

Tabla 25: Comparación de la visualización de las extremidades entre la semana 12 y la 14.

7) Columna:

Identificamos la columna completa y comprobamos su integridad, en el 100% de los casos tanto de semana 14 como de semana 12.

8) Feto completo:

La visualización del feto completo es 2,8 veces mejor en la semana 14 que en la 12. Si excluimos las estructuras cardíacas, es 5,1 veces mejor en la semana 14.

	12 (N, %)	14 (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>FETO COMPLETO</b>	14 (31,10 %)	36 (56,30 %)	2,847	(1,277- 6,345)	<b>0,010</b>
<b>SIN ESTRUCTURAS CARDIACAS</b>	7 (15,60 %)	31 (48,40 %)	5,100	(1,985- 13,101)	<b>&lt;0,001</b>

Tabla 26: Comparación de la visualización del feto completo entre la semana 12 y la 14.

### 2.1.5. Comparación de las medidas:

Todas las medidas de las estructuras estudiadas aumentaron de tamaño excepto el pliegue nual.

	12 (N, SD)	14 (N, SD)	p
<b>CEREBELO</b>	7,35 (1,70)	11,25 (1,84)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>CISTERNA MAGNA</b>	2,07 (0,67)	2,75 (1,41)	<b>0,023</b>
<b>PLX COROIDEOS</b>	5,25 (1,23)	6,24 (0,73)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>PLIEGUE NUCAL</b>	1,45 (0,42)	1,62 (0,49)	0,109
<b>RIÑON IZQ.</b>	6,74 (0,88)	10,22 (1,63)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>RIÑON DCHO.</b>	6,33 (0,89)	9,91 (1,40)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>TIBIA</b>	5,45 (0,95)	10,42 (1,75)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>HUMERO</b>	7,42 (1,25)	13,31 (1,79)	<b>&lt; 0,001</b>

Tabla 27: Comparación de las medidas de las estructuras estudiadas entre la semana 12 y la 14.

### 2.1.6. Doppler.

	12 (N, SD)	14 (N, SD)	p
<b>IP AU DCHA</b>	1,42 (0,87)	1,06 (0,56)	<b>0,020</b>
<b>IP AU IZDA</b>	1,27 (0,60)	1,22 (0,76)	0,729
<b>IR UMBILICAL</b>	0,86 (0,27)	0,87 (0,28)	0,946
<b>IP UMBILICAL</b>	2,01 (0,58)	1,95 (0,54)	0,582

Tabla 28: Comparación de los índices vasculares entre la semana 12 y la 14.

El Notch disminuye de forma significativa de la semana 12 (AUDcha 59% y AUIzda 51,30%) a la semana 14 de gestación (AUDcha 14% y AUIzda 26,40%); OR para el lado derecho 0,114 IC (0,043-0,303),  $p=0,000$  y OR para el lado izquierdo 0,341 IC (0,142-0,819),  $p=0,015$ .

#### 2.1.7. Tiempo empleado en la exploración. Curva de aprendizaje.

Para estudiar este hecho hemos dividido las pacientes que incluimos en la semana 14 en dos grupos, las 32 primeras y las 32 últimas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

	(N, %)	MEDIA (DS)	OR	IC 95%	p
<b>PRIMERAS</b>	32 (50%)	16,81 (3,04)	0,854	(1,356- 4,769)	<b>0,001</b>
<b>SEGUNDAS</b>	32 (50%)	13,75 (3,75)			

Tabla 29: Curva de aprendizaje.

El tiempo medio en las primeras 32 pacientes fue 16,81 y en las segundas, 13,75. Esta diferencia es estadísticamente significativa.

Hemos analizado también la repercusión que tiene el aprendizaje con la visualización del feto completo y del feto excluyendo las estructuras cardíacas, no encontrando diferencias en las estructuras visualizadas en los dos grupos de aprendizaje (las primeras 32 pacientes frente a las segundas 32).

	PRIMEROS (N, %)	SEGUNDOS (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>FETO COMPLETO</b>	18 (50%)	18 (50%)	1,000	(0,372- 2,685)	1,000
<b>SIN ESTRUCTURAS CARDIACAS</b>	16 (51,60 %)	15 (48,40 %)	1,133	(0,425- 3,023)	0,802

Tabla 30: Relación entre el tiempo empleado y las estructuras visualizadas.



### 2.1.8. Causas de mala visualización.

Hemos analizado las principales causas de mala visualización en relación a los resultados obtenidos en el estudio del feto completo.

Al comparar los resultados obtenidos en el estudio del feto completo en la semana 14 con las principales causas de mala visualización obtuvimos los siguientes resultados:

A) Localización placentaria:

	(N, %)	OR	IC 95%	p
<b>ANTERIOR</b>	15 (41,70%)	0,397	(0,143- 1,098)	0,072
<b>POSTERIOR</b>	21 (58,30%)			

Tabla 31: Relación entre la visualización del feto completo en la semana 14 y la localización placentaria.

A pesar de que visualizamos la totalidad de las estructuras fetales en un mayor número de fetos con la placenta en localización posterior, esta diferencia no es estadísticamente significativa.

B) Presentación fetal:

Sí obtenemos un resultado significativo en el caso de la presentación fetal. En la semana 14 se estudian mejor los fetos que se encuentran en una situación transversa o indiferente.

	(N, %)	p
<b>CEFALICA</b>	6 (16,70%)	<b>0,022</b>
<b>PODALICA</b>	6 (16,70%)	
<b>TRANSVERSA</b>	11 (30,60%)	
<b>INDIFERENTE</b>	13 (36,10%)	

Tabla 32: Relación entre la visualización del feto completo en la semana 14 y la presentación fetal.

Al realizar estas mismas comparaciones con los resultados obtenidos en el estudio de la semana 12 de gestación obtuvimos lo siguiente:

A) Localización placentaria:

	(N, %)	OR	IC 95%	p
<b>ANTERIOR</b>	4 (28,60%)	0,329	(0,085- 1,281)	0,102
<b>POSTERIOR</b>	10 (71,40%)			

Tabla 33: Relación entre la visualización del feto completo en la semana 12 y la localización placentaria.

Tampoco en este caso la mejor visualización fetal con la placenta posterior, resultó significativa estadísticamente.

En la semana 12, al contrario que en la 14, no encontramos diferencias significativas en la posición fetal

	(N, %)	p
<b>CEFALICA</b>	5 (35,70%)	0,156
<b>PODALICA</b>	2 (14,30%)	
<b>TRANSVERSA</b>	7 (50,00%)	
<b>INDIFERENTE</b>	0 (0%)	

Tabla 34: Relación entre la visualización del feto completo en la semana 12 y la presentación fetal.

Algunos trabajos publicados recogen también como causa de mala visualización la obesidad materna. En nuestro estudio no encontramos relación entre ambas variables.

Tres pacientes de las de semana 14 presentaron un IMC superior a 30, límite entre el sobrepeso y la obesidad y sólo dos en las de semana 12. En las tres de semana 14, visualizamos el feto completo (100%). En la semana 12 recogimos en el feto completo en una (50%). Al tratarse de una muestra tan pequeña, no realizamos comparación.

## 2.2. COMPARACION EN LA SEMANA 12 ENTRE LA ECOGRAFIA BIDIMENSIONAL Y LA ECOGRAFIA TRIDIMENSIONAL CON LA APLICACIÓN TUI.

A continuación se exponen los resultados obtenidos al comparar los datos recogidos en las pacientes estudiadas en la semana 12 con ecografía bidimensional y con TUI.

### 2.2.1. Pacientes.

Ambos grupos son de nuevo comparables como vemos en la tabla nº 35.

	<b>12 (N, SD)</b>	<b>TUI (N, SD)</b>	<b>p</b>
<b>EDAD</b>	32,09 (3,84)	33,60 (4,30)	0,276
<b>TALLA</b>	162,69 (7,12)	164,40 (5,50)	0,480
<b>PESO</b>	60,76 (9,74)	68,00 (13,96)	0,056
<b>IMC</b>	22,56 (3,52)	24,60 (4,78)	0,127

Tabla 35: T- Test de las pacientes estudiadas en la semana 12 con ecografía bidimensional y con TUI.

### 2.2.2. Localización placentaria.

La localización placentaria fue similar en ambos grupos.

	<b>12 (N, %)</b>	<b>TUI (N, %)</b>	<b>p</b>
<b>ANTERIOR</b>	21 (46,70 %)	3 (30,00 %)	0,336
<b>POSTERIOR</b>	24 (53,30 %)	7 (70,00 %)	

Tabla 36: Comparación de las localizaciones placentarias entre la ecografía bidimensional y el TUI.

### 2.2.3. Presentación.

La presentación fetal fue similar en ambos grupos.

	12 (N, %)	TUI (N, %)	p
<b>INDIFERENTE</b>	0 (0 %)	0 (0 %)	0,299
<b>CEFALICA</b>	9 (20,00 %)	1 (10,00 %)	
<b>PODALICA</b>	12 (26,70 %)	1 (10,00 %)	
<b>TRANSVERSA</b>	24 (53,30 %)	8 (80,00 %)	

Tabla 37: Comparación de las presentaciones fetales entre la ecografía bidimensional y el TUI.

### 2.2.4. Morfología.

#### 1) Sistema nervioso central:

Las estructuras de sistema nervioso central las detectamos de forma similar con ambas técnicas.

	12 (N, %)	TUI (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>VENTRICULOS LATERALES</b>	42 (93,3 %)	9 (90,0 %)	1,556	(0,145- 16,722)	0,714
<b>CEREBELO</b>	28 (62,2 %)	3 (30,0%)	3,843	(0,874- 16,894)	0,063
<b>CISTERNA MAGNA</b>	27 (60,0 %)	6 (60,0 %)	1,000	(0,247- 4,050)	1,000
<b>PLX COROIDEOS</b>	43 (95,6 %)	9 (90,0 %)	2,389	(0,195- 29,268)	0,484

Tabla 38: Comparación de la visualización de las estructuras cerebrales entre la ecografía bidimensional y el TUI.

2) Cara:

Todas las estructuras estudiadas de la cara se visualizaron mejor con la ecografía en dos dimensiones que con el TUI.

	12 (N, %)	TUI (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>ORBITAS</b>	41 (91,1 %)	4 (40,0 %)	15,375	(3,014- 78,418)	<b>&lt;0,001</b>
<b>NARIZ</b>	41 (91,1 %)	3 (30,0 %)	23,917	(4,378- 130,662)	<b>&lt;0,001</b>
<b>PALADAR</b>	40 (88,9 %)	2 (20,0 %)	32,000	(5,253- 194,948)	<b>&lt;0,001</b>
<b>HUESO NASAL</b>	15 (33,3 %)	0 (0,0 %)	1,500	(1,220- 1,844)	<b>0,032</b>

Tabla 39: Comparación de la visualización de las estructuras faciales entre la ecografía bidimensional y el TUI.

3) Corazón:

Las cuatro cámaras se visualizaron en un mayor número de casos con la ecografía bidimensional.

	12 (N, %)	TUI (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>4 CAMARAS</b>	34 (75,6 %)	2 (20,0 %)	12,364	(2,277- 67,144)	<b>0,002</b>
<b>CRUCE DE GRANDES VASOS</b>	10 (22,2 %)	0 (0,0 %)	1,286	(1,100- 1,503)	0,179

Tabla 40: Comparación de la visualización de las estructuras cardiacas entre la ecografía bidimensional y el TUI.

4) Diafragma:

Visualizamos mejor el diafragma con la ecografía bidimensional.

	12 (N, %)	TUI (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>DIAFRAGMA</b>	45 (100,00 %)	8(80,00 %)	0,800	(0,587- 1,091)	<b>0,030</b>

Tabla 41: Comparación de la visualización del diafragma entre la ecografía bidimensional y el TUI.

5) Abdomen:

El sistema urinario: riñones y vejiga, se visualiza mejor con la ecografía bidimensional.

	12 (N, %)	TUI (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>ESTOMAGO</b>	43 (95,6 %)	8 (80,0 %)	5,375	(0,658- 43,903)	0,087
<b>RIÑON IZQ.</b>	24 (53,3 %)	0 (0,0 %)	2,143	(1,568- 2,928)	<b>0,002</b>
<b>RIÑON DCHO.</b>	28 (62,2 %)	0 (0,0%)	2,647	(1,819- 3,851)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>VEJIGA</b>	38 (84,4 %)	3 (30,0 %)	12,667	(2,623- 61,160)	<b>&lt; 0,001</b>

Tabla 42: Comparación de la visualización de las estructuras abdominales entre la ecografía bidimensional y el TUI.

6) Extremidades:

Ninguna de las estructuras estudiadas en las extremidades se visualizaron con el TUI.

	12 (N, %)	TUI (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>HUMERO</b>	45 (100 %)	0 (0,0 %)	-	-	< 0,001
<b>TIBIA</b>	44 (97,8 %)	0 (0,0 %)	45,000	(6,479- 312,538)	< 0,001
<b>PERONE</b>	44 (97,8 %)	0 (0,0 %)	45,000	(6,479- 312,538)	< 0,001
<b>MANOS</b>	45 (100 %)	0 (0,0 %)	-	-	< 0,001
<b>PIES</b>	45 (100 %)	0 (0,0 %)	-	-	< 0,001

Tabla 43: Comparación de la visualización de las extremidades entre la ecografía bidimensional y el TUI.

7) Columna:

El estudio de la columna, su visualización completa y la comprobación de su integridad, se realiza de forma más correcta con ecografía bidimensional.

	12 (N, %)	TUI (N, %)	OR	IC 95%	p
<b>COLUMNA</b>	45 (100,00 %)	6(60,00 %)	0,600	(0,362- 0,995)	0,001

Tabla 44: Comparación del estudio de la columna entre la ecografía bidimensional y el TUI.

### 2.3. VOCAL.

Con los datos obtenidos con ecografía en 3 dimensiones y procesados con el programa VOCAL, hemos analizado el grado de acuerdo intra e interobservador calculando la media de las diferencias entre ambas medidas (volúmenes) y su desviación estándar y hemos valorado el índice de fiabilidad de las medidas con el coeficiente de correlación intraclass (CCI) intra e interobservador y el 95% de su intervalo de confianza (IC).

La media de las diferencias intra e interobservador estuvo próxima a 0 con una pequeña desviación estándar. La medida del volumen fetal mostró un acuerdo intra e interobservador excelentes con CCI próximos a la unidad. Se representan los valores obtenidos en cada uno de los planos.

#### a) Plano A:

El CCI intraobservador fue de 0,971 y el interobservador de 0,914 de forma estadísticamente significativa.

PLANO A	MEDIA DE LA DIFERENCIA	DESVIACION ESTANDAR	CCI	95% -IC CCI	p
INTRA	0,16	0,637	0,971	(0,928- 0,989)	<0,001
INTER	0,20	1,581	0,914	(0,793- 0,966)	<0,001

Tabla 45: Reproducibilidad intra e interobservador de los volúmenes fetales en el plano A.

#### b) Plano B:

El CCI intraobservador fue de 0,983 y el interobservador de 0,905.

PLANO B	MEDIA DE LA DIFERENCIA	DESVIACION ESTANDAR	CCI	95% -IC CCI	p
INTRA	0,05	0,479	0,983	(0,957- 0,993)	<0,001
INTER	0,30	1,173	0,905	(0,772- 0,962)	<0,001

Tabla 46: Reproducibilidad intra e interobservador de los volúmenes fetales en el plano B.



c) Plano C:

El CCI intraobservador fue de 0,964 y el interobservador de 0,925.

PLANO C	MEDIA DE LA DIFERENCIA	DESVIACION ESTANDAR	CCI	95% -IC CCI	p
INTRA	0,19	0,765	0,964	(0,910- 0,986)	<0,001
INTER	0,70	1,173	0,925	(0,817- 0,970)	<0,001

Tabla 47: Reproducibilidad intra e interobservador de los volúmenes fetales en el plano C.

## **DISCUSSION**

## **DISCUSION**

---

“Tradicionalmente se ha afirmado que las manos eran los ojos del obstetra- ginecólogo, queriendo con ello expresar que, a través de la exploración combinada abdomino-genital, el ginecólogo obtenía la más valiosa de las informaciones acerca del embarazo, parto y procesos ginecológicos en estudio. Sin menoscabo ninguno hacia esta exploración, puede hoy decirse sin temor que, gracias a los modernos aparatos de ultrasonidos, los ojos del ginecólogo han vuelto a ser de ellos mismos, recobrando su identidad antes trasplantada.” (1).

Hoy en día, la ecografía representa un método de diagnóstico insustituible en ginecología y obstetricia. En contra de lo que pudiera pensarse, el examen ecográfico de la gestación probablemente normal no es una cuestión banal, sino de suma importancia, puesto que queda ya suficientemente demostrado que es después de la ecografía, y no antes, cuando el supuesto de normalidad quedará confirmado o descartado.

Existen diversas tendencias según los distintos autores, recursos y paisajes, que van desde realizar una exploración ecográfica sólo cuando se observa una anormalidad en el transcurso de la gestación, a realizar un control seriado, estandarizado en épocas concretas del control ecográfico, que es la conducta aceptada por todas las escuelas o autores en nuestro medio.

Prácticamente existe consenso en un mínimo de dos controles ecográficos (segundo y tercer trimestre) y existe cierta discrepancia en cuanto a una tercera exploración en la fase temprana de la gestación, aunque la mayoría de los autores apoyan esta tercera exploración y más aún, hoy en día, con la disponibilidad de sondas transvaginales (5). La ecografía transvaginal se ha convertido en el método de elección para la detección y evaluación del embarazo precoz. Proporciona una información detallada sobre la situación de la decidua del corion y del embrión y ayuda a diferenciar la vitalidad o ausencia de vitalidad del embrión al establecer la presencia del latido cardíaco fetal (6).

La integridad fetal y la verificación de la correcta anatomía es aún hoy territorio de la ecografía de semana 20<sup>a</sup> a pesar de la multitud de estructuras ya visibles a finales del primer trimestre y principios del segundo. Desde hace años, múltiples autores han publicado estudios sobre la capacidad de visualización de estructuras fetales en etapas tempranas de la gestación.

La idea de este estudio surgió cuando nos dimos cuenta de que el conocimiento del desarrollo embrionario junto con el avance en las sondas transvaginales, avalaban el hecho de que podíamos realizar un análisis detallado de la anatomía fetal en edades tan tempranas de la gestación como la semana 14. Así comenzamos a recoger casos, dándonos cuenta de forma subjetiva de limitaciones y facilidades que nos íbamos encontrando y que a posteriori nos dedicaríamos a analizar.

En el análisis por estructuras obtuvimos una visualización muy buena (superior al 85% de los casos) en todas las estructuras estudiadas, excepto la fosa posterior (cerebelo y cisterna magna) y el cruce de los grandes vasos del corazón. Datos muy similares a los obtenidos por el equipo de Timor- Tritzsch (19, 20) que igualmente describe una visualización superior al 80% en todas las estructuras excepto en la fosa posterior, los pulmones y el corazón donde registra una visualización del 70, el 77 y el 40 % respectivamente. Otros autores presentan resultados algo mejores que los nuestros, como es el caso de Gembruch y sus colaboradores (24) y el grupo de Souka (33), hecho que intentamos explicar por el uso combinado que hacen estos equipos de las sondas vaginal y abdominal. A pesar de los buenos resultados obtenidos en la visualización de gran parte de los órganos fetales, sostenemos, al igual que otros autores, la necesidad de un mayor número de estudios y del mantenimiento mientras tanto, de la ecografía de la semana 20 (34, 35).

Hicimos también en la semana 14 un análisis de la capacidad de visualización del feto completo y del feto excluyendo las estructuras cardíacas. Esta idea la tomamos de un trabajo del grupo de Souka (33) que describe un examen completo de la anatomía fetal en la semana 14 del 66% de los casos, alcanzando el 95% al excluir el estudio cardíaco. Nuestros resultados resultaron paradójicos, la visualización de la totalidad de las estructuras estudiadas se consiguió en un 56,30% de los fetos, mientras que al excluir las estructuras cardíacas, la visualización se reducía a un 48,40%. Una posible explicación para este hecho es nuevamente el uso conjunto de las sondas abdominal y

vaginal. La sonda abdominal permite una mayor movilidad y probablemente llegar a planos de corte inaccesibles para la sonda vaginal.

Como un dato más de nuestro estudio recogimos, mediante la utilización del Doppler, el Índice de Pulsatilidad de ambas arterias uterinas y el Índice de Resistencia y el de Pulsatilidad de la umbilical, en todos los fetos del estudio; con ánimo de ver si sus valores se ajustaban a los establecidos dentro de la normalidad. Nuestros valores están un poco por debajo de los publicados por otros autores (17) y cumplen la tendencia descrita hacia una desaparición progresiva según avanza la gestación del Notch característico que aparece en las ondas de pulsatilidad de algunas pacientes.

En el desarrollo diario de nuestra profesión, sabemos que otro dato importante es el tiempo que tenemos que dedicar a cada paciente en cada exploración. Conseguimos un tiempo medio de 15,28 minutos por ecografía, valor que se sitúa por debajo del tiempo establecido por la S.E.G.O. para la realización de una ecografía morfológica en la semana 20 de gestación. La búsqueda de las estructuras se realizó de forma muy exhaustiva y minuciosa. El tiempo se fue acortando a medida que avanzábamos en nuestro estudio, lo que nos permitió describir nuestra propia curva de aprendizaje; en las primeras 32 ecografías tardamos 16,81 minutos de media en la obtención de todos los datos, mientras que en las 32 siguientes el tiempo medio empleado fue de 13,75 minutos. Siendo el tiempo máximo empleado 23 minutos.

De forma subjetiva, fuimos recogiendo en cada paciente, aquellas variables que parecían dificultarnos el estudio del feto completo. Los fetos en podálica impedían ver correctamente la cabeza, debemos reconocer que la sonda vaginal tiene la limitación de las distancias. Cuando los fetos se encuentran en podálica, la cabeza se sitúa demasiado lejos del extremo de la sonda vaginal. Otras situaciones recogidas fueron la localización placentaria en la cara anterior; y los movimientos fetales que siempre son una incomodidad en la ecografía.

Una vez finalizada la recogida de datos de fetos de 14 semanas, nos planteamos que mejora, en cuanto a visualización, cabría esperar entre la ecografía de semana 12, ya estandarizada en los controles normales del embarazo, y la ecografía en la semana 14. Realizamos así un estudio en fetos de 12 semanas siguiendo exactamente las mismas pautas que habíamos utilizado en la semana 14.

En la semana 12 de gestación, a pesar de ser un feto muy pequeño aún, pudimos ver un gran número de estructuras. Recogimos resultados superiores al 60% en todas las estructuras excepto en el cruce de grandes los grandes vasos cardíacos. Al comparar nuestros datos con los de Souka y sus colaboradores, vemos que estos recogen resultados del 100% en las extremidades, en la cabeza y en el abdomen; resultados superiores al 95% para la cara, la columna, el estómago y la vejiga y del 85% y el 45% respectivamente en los riñones y el corazón. Estos datos son mejores que los nuestros (Tabla 12) aunque no debemos olvidar que este equipo combina las sondas vaginal y abdominal. Más próximos a nuestros resultados, son los del grupo de Timor- Tritsch (19, 20) que describe una visualización inferior al 60% del corazón y de la fosa posterior. En cualquier caso, sí vemos una idea común que es que el corazón es sin duda la estructura que visualizamos con mayor dificultad; a pesar de que de nuevo en la semana 12 obtuvimos resultados paradójicos cuando estudiamos la visualización de la totalidad de las estructuras, donde conseguimos en un 31,10% de visualización, mientras que al excluir las estructuras cardíacas, la visualización se reducía a un 15,60%. Los datos presentados en este punto por otros autores suponen una mejora del 43% al 84% de las estructuras visualizadas, cuando se excluye el corazón.

Llevamos a cabo también una serie de mediciones. Biometrías completas de todos los fetos estudiados, tanto los de 12 como los de 14 semanas. También medimos algunas estructuras de las visualizadas con la intención de corroborar si se producía un aumento de tamaño quedando claro que sí se produce un aumento significativo en este intervalo de tiempo. La medida de la sonolusencia nuchal demuestra que se tratan de gestaciones de bajo riesgo para cromosomopatías.

Nuevamente en la semana 12 recogimos el Índice de Pulsatilidad de ambas arterias uterinas y el Índice de Resistencia y el de Pulsatilidad de la umbilical, también en esta ocasión los valores están un poco por debajo de los publicados por otros autores (17). En la semana 12 la presencia del Notch en las arterias uterinas es superior a la encontrada en la semana 14.

El tiempo medio empleado en el estudio de los fetos de semana 12 fue de 13,09 minutos por ecografía lo que supone de nuevo un valor situado por debajo del tiempo establecido por la S.E.G.O. para la realización de una ecografía morfológica en la semana 20 de gestación. Sin embargo, es superior si lo comparamos con los 10 minutos establecidos para la ecografía de semana 12. Cuando lo comparamos con el tiempo empleado en el estudio de 14 semanas, vemos que a pesar de que las estructuras son más pequeñas, tardamos menos. Esto se debe a que son estudios transversales e hicimos primero el estudio de la semana 14 que nos sirvió de aprendizaje para posteriormente recoger la semana 12. Resulta interesante en este aspecto el estudio de Weiner (37) que durante la medición del pliegue nuchal en 1723 gestaciones comprendidas entre las semanas 10+3 y 13+6, realizó un estudio de la morfología fetal; encontrando una anomalía fetal en 22 casos. Posteriormente realizó un estudio más detallado de esas 22 gestaciones entre las semanas 14 y 16 y en 9 de estos 22 fetos se diagnosticó una anomalía estructural. De manera que concluyen que es posible realizar un estudio de la anatomía fetal básica durante la ecografía del primer trimestre y la medición del pliegue nuchal, sin que esto suponga más tiempo de exploración.

En la semana 12 también recogimos las causas que nos dificultaron la visualización. La posición fetal y la localización placentaria vuelven a aparecer. Sin embargo, fue curioso darnos cuenta que los fetos de 12 semanas presentaban menos movimientos y que esto no supuso por lo tanto una causa que nos entorpeciese el estudio.

En el primer trimestre la adquisición del volumen del embrión completo es posible. En los últimos años la investigación en este campo es creciente y cada vez son más los estudios acerca del uso de la ecografía tridimensional en el cálculo del volumen fetal y sus órganos. En relación al estudio de las primeras semanas de gestación, todo parece indicar que el cálculo del volumen fetal, es posible y que probablemente alteraciones en la línea de crecimiento normal sean más sensibles al volumen que a la longitud y puedan acercarnos al diagnóstico de diferentes patologías (51, 52, 53, 54, 55, 56). Nosotros calculamos el volumen de 20 fetos de semana 12 y pudimos comprobar que el volumen medio que obtuvimos coincide con el describen otros autores. Este hecho avala la idea de que el volumen fetal marca correctamente el tiempo de gestación y el hecho de que si nos sale un volumen menor cabe pensar que es debido a una anomalía, como

presenta el equipo de Nicholaides (54, 55, 56) y no por una diferencia metodológica o poblacional.

En la bibliografía revisada en relación a la ecografía en 3D y el primer trimestre de gestación, nos pareció interesante el estudio de la posibilidad, de utilizando el VOCAL, colocar al feto de entre 11 y 14 semanas en un plano sagital perfecto para la medición de la translucencia nuchal de forma correcta, independientemente del plano en que fuera capturado. De manera que hicimos hincapié en este aspecto y llegamos a la misma conclusión que otros autores: el plano de adquisición inicial sigue siendo determinante para una correcta medición de la translucencia nuchal y el mejor para ello es el plano sagital (62).

Para finalizar nuestra recogida de datos decidimos estudiar al feto de 12 semanas con la técnica más moderna a nuestro alcance por el momento, el TUI. No resultó fácil ya que no teníamos el programa en nuestro poder y tuvimos que recoger todos los datos durante los tres meses de prueba que la casa comercial lo dejó en el ecógrafo. La decepción fue enorme. Comenzamos estudiando el feto completo y a mitad de camino decidimos cambiar y seguir estudiando por una parte el cuerpo y por otra la cabeza fetal, de la otra manera no conseguíamos más que visualizar estructuras aisladas de forma completamente azarosa. Estudiando los fetos en dos partes, por un lado la cabeza y por otra el resto del cuerpo los resultados tampoco fueron nada buenos, únicamente resultó provechoso para la visualización de los ventrículos laterales y de los plexos coroideos, y en ningún caso nos aportó ningún beneficio sobre la ecografía en 2D. No hay hasta el momento ningún trabajo que aporte datos del estudio del feto completo aunque sí los hay que aportan datos satisfactorios en la utilización del TUI para el estudio del corazón (43, 44, 45) y para el estudio de la pelvis fetal (46). Varios autores han utilizado el TUI para el estudio del corazón en fetos de entre 13 y 41 semanas de gestación. Devore y Polanco (2005) (43) fueron de los primeros en demostrar que el TUI permitía estudiar el corazón fetal con exactitud. Posteriormente, Espinoza y cols (2006) (44) publicaron un estudio con 227 pacientes con gestaciones entre 14 y 41 semanas de amenorrea, describiendo buenos resultados en la visualización de los tres vasos y la tráquea, las cuatro cámaras cardíacas y en los tractos de salida del corazón, tanto en fetos con defectos cardíacos congénitos como en fetos sanos. Paladín (2006) (45), recogió 103 casos de cardiopatías congénitas y definió la distancia ideal entre los cortes en cada



edad gestacional para conseguir la visualización del corazón en el 100% de los fetos. Algún autor incluso considera la técnica útil para el estudio del útero fetal y la búsqueda de hermafroditismos (46). Por nuestra parte, nos pareció que aunque la captura es muy rápida, el proceso offline en el software es largo y tedioso.

Una vez recogidos todos los datos de la semana 14 y los de la semana 12, decidimos comparar la capacidad de visualización de las diferentes estructuras estudiadas y analizar si la mejora porcentual conseguida en la semana 14 era estadísticamente significativa.

A la hora de valorar el SNC, la semana 14 presenta más ventajas para la fosa posterior. Los plexos coroideos en esta semana ocupan la totalidad de los ventrículos laterales lo que hace que su visualización sea más sencilla.

En cuanto a la visualización de la cara, podemos decir que no hay diferencias entre ambos grupos, con muy buena visualización desde la semana 12. Sí mejoró la visualización del hueso nasal, aunque no de una manera significativa estadísticamente.

La semana 12 de gestación para el corazón es pobre. Sin embargo la semana 14 es muy interesante, se ven las cuatro cámaras en casi todos los fetos y el cruce de los grandes vasos en el 67% de los casos. Esto apunta, como estudiaron los equipos de Haak (26) y de Vimpelli (27), que en caso de necesidad es posible realizar una ecocardiografía completa.

El diafragma es una estructura de obligada visualización, tanto en la semana 12 como en la 14. Nuestros resultados resultaron superiores a los publicados por Timor- Tritsch (19, 20). Nosotros visualizamos el diafragma en el 100% de los fetos estudiados; ellos lo consiguieron en la semana 12 en el 87% y en la 14 en el 92%, resultados de todas formas, muy buenos.

El estudio del abdomen es amplio. Es constante la visualización del estómago y la vejiga, en los dos periodos. La visualización de los riñones en la ecografía de la semana 14 es superior a la de la semana 12, pues pasamos de verlos sólo en la mitad de los casos a verlos casi en la totalidad. Estos datos son muy similares a los publicados por Rosati, que consigue una visualización del 92% en la semana 13 (28). Varias publicaciones describen el hallazgo de malformaciones en el tracto urinario

visualizadas en etapas tempranas de la gestación (29). Nosotros diagnosticamos una megavejiga.

Es fácil ver las extremidades desde momentos muy tempranos del embarazo. Nosotros, al igual que otros autores (30), visualizamos el 100% de las extremidades en los fetos estudiados. Autores como De Biasio (30) describen no sólo la capacidad de ver brazos, piernas, manos y pies, si no incluso de contar todos y cada uno de los dedos de las manos y los pies. Nosotros no realizamos un estudio tan detallado, pero nuestros resultados son igualmente excelentes en este apartado.

Identificamos la columna completa y comprobamos su integridad, en el 100% de los casos tanto de semana 14 como de semana 12. Braithwaite (22) comenta la capacidad de ver de forma nítida ya en la semana 10 de gestación, el contorno de la columna.

El estudio del feto completo es superior en la semana 14, tanto si incluimos como si excluimos las estructuras cardíacas. Se puede asegurar la normalidad del feto en la semana 14 hasta en un 56% de los casos, mientras que en la semana 12 sólo se consigue en 1/3 de los casos.

Medimos algunas de las estructuras que estudiamos, con el fin de ver su curva de crecimiento. Crecen de forma significativa de la semana 12 a la semana 14, lo que ayuda en su visualización en la semana 14 en cuanto a facilidad.

Comparamos los valores obtenidos con el doppler en ambos periodos y encontramos que no tenemos una gran variación por lo que la vascularización es similar en los dos periodos aunque se ve una tendencia a la vasodilatación de las arterias uterinas ya que el aporte de sangre aumenta con el embarazo, es decir, las resistencias periféricas en la mujer embarazada disminuyen progresivamente desde el inicio del embarazo lo que supone un aumento de flujo sanguíneo en las arterias uterinas (16,17, 18).

Al comparar las causas de mala visualización fetal nos llamó la atención que la situación transversa permite ver mejor el feto en la semana 14, hasta un 68,80%, es decir, es la mejor situación para la sonda vaginal en la visualización de estos fetos; sin embargo, no ocurre lo mismo en la semana 12. Las situaciones podálica y cefálica nos dificultan más la visualización en la semana 14 debido probablemente a que al ser una ecografía vaginal y el feto ser más grande, las estructuras de una situación longitudinal más alejadas de la sonda, no se ven con claridad, sobre todo, la cabeza. Este mismo hecho es lo creemos explicaría la paradoja encontrada al estudiar el feto completo con y sin estructuras cardíacas, al contrario que otros autores, nuestro éxito disminuye al excluir las estructuras cardíacas, parte fetal más difícil de visualizar. La posición fetal en la que mejor vemos el corazón es la transversa, por la cercanía de la sonda al corazón, y como acabamos de exponer, ésta es además la posición en la que mejor se ve también el feto completo. Sin embargo, si el feto está en cefálica o en podálica, podemos visualizar un corte de las cuatro cámaras cardíacas pero, si el feto está en podálica nos resultará difícil describir el polo cefálico y visualizaremos correctamente el caudal y viceversa si la posición es cefálica.

Como ya comenté anteriormente, el TUI supuso una decepción enorme. En nuestro estudio, alcanzamos una visualización similar entre el TUI y la ecografía en 2D en las estructuras cerebrales, sin embargo en el resto de apartados del estudio no aportó nada, suponiendo un mayor tiempo de captura y sobre todo de tiempo del análisis off-line.

Finalmente llevamos a cabo un análisis de los volúmenes recogidos en la semana 12. Todos los planos ofrecen excelentes CCI (Coeficiente de Correlación Intraclass) tanto para intraobservador como para interobservador, a la hora de calcular el volumen. Esto nos permite afirmar que el VOCAL es un software muy fiable en la medición de los volúmenes de los fetos de semana 12 en todos los planos. Partiendo de esta base se pueden comenzar nuevos estudios muy interesantes siguiendo esta línea de conocimiento. La ecografía en tres dimensiones representa un avance que abre un campo infinito de investigación para el conocimiento del embrión humano. Cada vez son más los centros que tienen acceso a esta técnica aunque las investigaciones van probablemente aun muy por delante de la utilidad clínica.

El valor del estudio de la anatomía fetal mediante ecografía está hoy en día, como hemos mostrado en este trabajo, bien documentado. Actualmente sigue siendo dominio de la ecografía de la semana 20, hecho que nosotros, al igual que otros autores, reafirmamos, debe seguir siendo así. Sin embargo, hemos comprobado que somos capaces de reconocer casi todas las estructuras valorables, desde etapas más precoces de la gestación (semanas 12 y 14 de gestación). Nos parecen unos resultados interesantes de cara a poder realizar una confirmación de la normalidad fetal de forma temprana en aquellas pacientes con antecedentes de malformaciones precoces previas (anencefalia, espina bífida, holoprosencefalia, ciclopía, hendiduras faciales, osteogénesis imperfecta tipo II, dextrocardia). Permite el estudio detallado del corazón ya en la semana 14 de gestación. Otro aporte interesante es para pacientes obesas embarazadas en las que el acceso vaginal del 2º trimestre precoz permitiría ver estructuras que serían difícilmente estudiadas por vía abdominal en la semana 20 de gestación ya que sabemos que el tejido adiposo de la pared abdominal representa una importante barrera en la transmisión de los ultrasonidos y que esto reduce de forma significativa la sensibilidad de la prueba. Queda también demostrado que el tiempo necesario para un estudio de la anatomía fetal precoz, no es excesivo. Todos estos datos nos permiten afirmar que sería posible realizar en la ecografía del primer trimestre, una eco morfológica de determinados parámetros bien estructurados; lo que ayudaría, junto con el screening del primer trimestre, basado en sonolusencia nuchal y analítica, a poder ofrecer la realización de un cariotipo temprano a aquellas pacientes con determinadas anomalías, así como centrar la ecografía de 20 semanas en aspectos ya destacados en esta primera exploración. Finalmente decir que en ningún momento debemos olvidar que de todas formas se trata de una ecografía que requiere una alta especialización, ligando la experiencia del operador, un buen conocimiento de la sonoembriología y la calidad del equipo ecográfico.

## **CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

---

1. La ecografía transvaginal bidimensional en las semanas 12 y 14 de gestación permite el cálculo de las biometrías estándar que definen el tamaño fetal (DBP, CA, LF) además de biometrías de diversos órganos (cerebelo, cisterna magna, plexos coroideos, riñones, tibia y húmero). En nuestra experiencia, permite también describir adecuadamente los parámetros morfológicos.
2. La ecografía transvaginal bidimensional en la semana 14 de gestación permite visualizar con mayor claridad la fosa posterior, el corazón (cuatro cámaras y cruce de grandes vasos) y los riñones fetales que la ecografía realizada en la semana 12 de gestación.
3. No encontramos diferencias en los Índices de Pulsatilidad y Resistencia en las arterias uterinas y en la arteria umbilical entre la semana 12 y 14 de gestación, salvo el Índice de Pulsatilidad en la arteria uterina derecha que es mayor en la semana 14. La presencia de Notch protodiastólico en las arterias uterinas es más frecuente en la semana 12 que en la 14 de gestación.
4. La medición del volumen fetal en la semana 12 de gestación se puede realizar de forma adecuada mediante el programa VOCAL de la ecografía tridimensional.
5. El estudio de la morfología fetal con el programa TUI de la ecografía tridimensional en la semana 12 de gestación sólo permite visualizar de manera aceptable los ventrículos laterales y los plexos coroideos, y en ningún caso es superior a la ecografía bidimensional.
6. La ecografía transvaginal tridimensional es una técnica reproducible, tanto intraobservador como interobservador, en el estudio del volumen fetal en la semana 12 de gestación, independientemente del plano de medida utilizado.

## **BIBLIOGRAFIA**

## **BIBLIOGRAFIA**

---

- 1- Bajo JM. Ultrasonografía obstétrica. Ed. Marban, 2002; pag 11.
- 2- Donald I, Macvicar J, Brown TG. Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. Lancet, 1958; 1(7032): 1188-95.
- 3- Rushmer RF, Baker DW, Johnson WL, Strandness DE. Clinical applications of a transcutaneous ultrasonic flow detector. JAMA, 1967; 199(5): 326-8.
- 4- Ecografía Práctica en Obstetricia y Ginecología. Curso básico de ecografía de la SESEGO. Escuela española de ultrasonidos en obstetricia y ginecología, 2004.
- 5- Ecografía obstétrica. Protocolo de la sección de ecografía. 1995.
- 6- Bajo JM. Ultrasonografía obstétrica. Ed. Marban, 2002; cap. 3 (49- 64).
- 7- Snijders RJ, Noble P, Sebire N, Souka A, Nicolaides KH. UK multicentre project on assessment of risk of trisomy 21 by maternal age and fetal nuchal translucency thickness at 10- 14 weeks of gestation. Fetal Medicine Foundation First Trimester Screening Group. Lancet, 1998; 352 (9125): 343- 6.
- 8- Cicero S, Curcio P, Papageorghiou A, Sonek JD, Nicolaides KH. Absence of nasal bone in fetuses with trisomy 21 at 11- 14 weeks of gestation: an observational study. Lancet, 2001; 358: 1665-1667.
- 9- Sonek JD, Cicero S, Neiger R, Nicolaides KH. Nasal bone assessment in prenatal screening for trisomy 21. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 2006; 195 (5): 1219- 30.



- 10- Nicolaides KH, Spencer K, Augidou K, Faiola S, Falcon O. Multicenter study of first trimester screening for trisomy 21 in 75821 pregnancies: results and estimation of the potential impact of individual risk- oriented two- stage first trimester screening. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2005; 25(3):221-226.
- 11- Falcon O, Auer M, Cèrovassili A, Spencer K, Nicolaides KH. Screening for trisomy 21 by fetal tricuspid regurgitation, nuchal translucency and maternal serum free  $\beta$ - HCG and PAPP- A at 11 to 14 weeks. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2006; 27(2):151-155.
- 12- Fionnuala M, Breathnach, Fregal D Malone. Screening for aneuploidy in first and second trimesters: is there an optimal paradigm? *Current Opinion in Obstet and Gynecol*, 2007; 19:176-182.
- 13- Nicolaides KH, Heath V, Cicero S. Increased fetal nuchal translucency at 11- 14 weeks. *Prenatal Diagnosis*, 2002; 22 (4): 308-15.
- 14- Cicero S, Spencer K, Augidou K, Faiola S, Nicolaides KH. Maternal serum biochemistry at 11- 13 +6 weeks in relation to the presence or absence of the fetal bone on ultrasonography in chromosomally abnormal fetuses: an update analysis of integrated ultrasound and biochemical screening. *Prenatal Diagnosis*, 2005; 25(11): 977- 83.
- 15- Matias A, Gomes C, Flack N, Montenegro N, Nicolaides KH. Screening for chromosomal abnormalities at 10- 14 weeks: the role of ductus venosus blood flow. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 1998; 12 (6): 380-4.
- 16- Velocimetría Doppler de la circulación uteroplacentaria. *Ecografía en obstetricia y ginecología*. Ed. Marban, 2004; cap.13 (288- 290).
- 17- Coppens M, Loquet P, Kollen M, De Neubourg F, Buytaert P. Longitudinal evaluation of uteroplacental and umbilical blood flow changes in normal early pregnancy. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 1996; 7 (2): 114-21.

- 18- San Frutos L. Análisis de la hemodinamica en el embarazo normal y su comparación con la preeclampsia. Valoración mediante bioimpedancia eléctrica torácica. Tesis Doctoral, 2002. U.A.M.
- 19- Monteagudo A, Timor- Tritsch IE. First trimester anatomy scan: pushing the limits. What can we see now? Current opinion in Obstetrics and Gynecology, 2003; 15: 131-141.
- 20- Timor- Tritsch IE, Bashiri A, Monteagudo A, Arslan AA. Qualifield and trained sonographers in the US can perform early fetal anatomy scans between 11 and 14 weeks. American Journal of Obstetrics and Gynecology, 2004; 191: 1247-52.
- 21- Blaas HG, Eik- Nes SH, Kiserud T, Hellevik LR. Early development of the hindbrain: a longitudinal ultrasound study from 7 to 12 weeks of gestation. Ultrasound of Obstetrics and Gynecology, 1995; 5: 151-160.
- 22- Brainthwaite JM, Amstrong MA, Economides DL. Assessment of fetal anatomy at 12 to 13 weeks of gestation by transabdominal and transvaginal sonography. Br Journal of Obstetrics and Gynecology, 1996; 103: 82-85.
- 23- Bronshtein M, Zimmer E, Gershoni- Baruch R, et al. First and Second trimestre diagnosis of fetal ocular defects and associated anomalies: Report of eight cases. Obstetrics and Gynecology, 1991; 77: 443-449.
- 24- Gembruch U, Shi C, Smrcek JM. Biometry of the fetal heart between 10 and 17 weeks of gestation. Fetal diagnosis, 2000; 15: 20-31.
- 25- Achiron R, Rotstein Z, Lipitz S, et al. First trimester diagnosis of fetal congenital heart disease by transvaginal ultrasonography. Obstetrics and Gynecology, 1994; 84: 69-72.
- 26- Haak MC, Twist JC, Van Vugt JM. How successful is fetal echocardiographic examination in the first trimester of pregnancy? Ultrasound Obstet Gynecol 2002; 20:9-13.

- 27- Vimpelli T, Huhtala H, Acharya G. Fetal Echocardiography During Routine First- Trimester Screening: A Feasibility Study in an Unselected Population. *Prenatal Diagnosis*, 2006; 26: 475-483.
- 28- Rosati P, Guariglia L Transvaginal sonographic assessment of the fetal urinary tract in early pregnancy. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 1996; 7: 95-100.
- 29- Bronshtein M, Yoffe N, Brandes JM, Blumenfeld Z. First and early second trimester diagnosis of fetal urinary tract anomalies using transvaginal sonography. *Prenatal Diagnosis*, 1990; 10: 653- 666.
- 30- De Biasio P, Prefumo F, Lantieri PB, Venturini PL. Reference values for fetal limb biometry at 10- 14 weeks of gestation. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 2002; 19 (6): 588- 91.
- 31- Berg C, Thomsen Y, Geipel A, Germer U, Gembruch U. Reversed end- diastolic flow in the umbilical artery at 10- 14 weeks of gestation is associated with absent pulmonary valve syndrome. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 2007; 30 (3): 254- 258.
- 32- Rottem S Ironfam. A new time- orientated malformation work-up and classification of fetal anomalies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 10: 373-374.
- 33- Souka AP, Pilalis A, Kavalakis Y, Kosmas Y, Antsaklis P, Antsaklis A. Assessment of fetal anatomy at the 11- 14 week ultrasound examination. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 2004; 24: 730-734.
- 34- Economides DL, Braithwaite JM. First trimester ultrasonographic diagnosis of fetal structural abnormalities in a low risk population. *Br Journal of Obstet Gynecol*, 1998; 105(1):53-57.

- 35- Carvalho MH, Brizot ML, Lopes LM, Chiva CH, Miyadahira S, Zugaib M. Detection of fetal structural abnormalities at the 11-14 week ultrasound scan. *Prenat Diagnosis*, 2002; 22(1):1-4.
- 36- Athena P, Souka MD, Pilalis A, Kavalakis I, Antsaklis P, Papantoniou N, Mesogitis S, Antsaklis A. Screening for major structural abnormalities at the 11 to 14 week ultrasound scan. *American Journal of Obstet and Gynecol*, 2006; 194 (2):393-396.
- 37- Weiner Z, Goldstein I, Bombard A, Applewhite L, Itzkovits- Eldor J. Screening for structural fetal anomalies during the nuchal translucency ultrasound examination. *American Journal of Obstet and Gynecol*, 2007; 197 (2):181.e1-5.
- 38- Bega G, Lev-Toaff AS, O’Kane P, Becker E, Kurtz A. Three-dimensional ultrasonography in Gynecology. Technical aspects and clinical applications. *Journal Ultrasound of Medicine*, 2003; 22: 1249-1269.
- 39- Nelson TR, Pretorius DH, Hull A, Riccabona M, Sklansky MS, James G. Sources and impact of artefacts on clinical three-dimensional ultrasound imaging. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2000; 16: 374-383.
- 40- Mercé LT, Barco MJ, Bau S. Reproducibility of the study of placental vascularization by three-dimensional power Doppler. *Journal Perinatal Medicine*, 2004; 32: 2228-233.
- 41- Manual elemental del usuario del Voluson 730 Expert. Capítulo 11, pag 35-36.
- 42- Kratochwill A. TUI- Tomographic Ultrasound Imaging.
- 43- Devore GR, Polanko B. Tomographic ultrasound imaging of the fetal heart: a new technique for identifying normal and abnormal cardiac anatomy. *Ultrasound of Medicine*, 2005; 24(12): 1685-96.

- 44- Espinoza J, Kusanovic JP, Goncalves LF, Nien JK, Hassan S, Lee W, Romero R. A novel algorithm for comprehensive fetal echocardiography using 4-dimensional ultrasonography and tomographic imaging. *Journal of Ultrasound of Medicine*, 2006; 25(8): 947- 56.
- 45- Paladini D, Vassallo M, Sglavo G, Lapadula C, Martinelli P. The role of spatio-temporal image correlation (STIC) with tomographic ultrasound imaging (TUI) in the sequential analysis of fetal congenital heart disease. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2006; 27(5): 555-61.
- 46- Rosenblatt J, Jouannic JM, Brodaty G, Bidat L, Benifla JL. Contribution of the three dimensional imaging techniques in the visualizaion of the fetal uterus. *Gynecol Obstet Fertil*, 2006; 34(11): 1071- 1075.
- 47- Brinkley JF, Moritz WE, Baker DW. A technique for imaging three-dimensional structures and computing their volumen using non- parallel ultrasonic sector scans. *Ultrasonics in medicine*, 1978; 4: 471- 474.
- 48- Brinkley JF, McCallum WD, Muramatsu SK, Liu DY. Fetal weight estimation from ultrasonic three- dimensional head and trunk reconstructions: Evaluation in vitro. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 1982; 144: 715- 721.
- 49- Hafner E, Schuchter K, van Leeuwen M, Metzenbauer M, Dillinger- Paller B, Philipp K. Three- dimensional sonographic volumetry of the placenta and the fetus between weeks 15- 17 of gestation. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2001; 18: 116- 120.
- 50- Schild RL, Fimmers R, Hansmann M. Fetal weight estimation by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2000; 16: 445- 452.
- 51- Blaas H-G, Eik- Ness SH, Berg S, Torp H. In vivo three- dimensional ultrasound reconstructions of embrios and early fetuses. *Lancet* 1998; 352: 1182- 1186.

- 52- Berg S, Torp H, Blaas H-G. Accuracy of in vitro volume estimation of small structures using three- dimensional ultrasound. *Ultrasound of Medicine Biology*, 2000; 26: 425- 432.
- 53- Blaas H-G, Taipale P, Torp H, Eik- Ness SH. Three- dimensional ultrasound volume calculations of human embryos and young fetuses: a study on the volumetry of compound structures and its reproducibility. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2006; 27: 640- 646.
- 54- Falcon O, Peralta CFA, Cavoretto P, Faiola S, Nicolaides KH. Fetal trunk and head volumen measures by three- dimensional ultrasound at 11+0 to 13+6 weeks of gestation in chromosomally normal pregnancies. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2005; 26: 263- 266.
- 55- Falcon O, Peralta CFA, Cavoretto P, Auer M, Nicolaides KH. Fetal trunk and head volumen in chromosomally abnormal fetuses at 11+0 to 13+6 weeks of gestation. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2005; 26: 517- 520.
- 56- Falcon O, Cavoretto P, Peralta CFA, Cavoretto P, Nicolaides KH. Fetal head- to- trunk volume ratio in chromosomally abnormal fetuses at 11+0 to 13+6 weeks of gestation. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2005; 26: 755- 760.
- 57- Lee W, Deters RL, McNie B, Powell M, Balasubramaniam M, Gonçalves LF, Espinoza J, Romero R. Quantitative and morphological assessment of early gestational sacs using three- dimensional ultrasonography. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2006; 28: 255- 260.
- 58- Daklis T, Borenstein M, Peralta CFA, Faro C, Nicolaides KH. Three- dimensional evaluation of mid- facial hypoplasia in fetuses with trisomy 21 at 11+0 to 13+6 weeks of gestation. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2006; 28: 261- 265.

- 59- Peralta CFA, Cavoretto P, Csapo B, Falcon O, Nicolaides KH. Lung and heart volumes by three- dimensional ultrasound in normal fetuses at 12- 32 weeks' gestation. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2006; 27: 128- 133.
- 60- Wegrzyn P, Fabio C, Peralta A, Faro C, Borenstein M, Nicolaides KH. Placental volume in twin and triplet pregnancies measured by three- dimensional ultrasound at 11+0 to 13+6 weeks of gestation. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2006; 27: 647- 651.
- 61- Rizzo G, Caponi A, Cavicchioni O, Vendola M, Arduini D. Placental vascularization measured by three- dimensional power Doppler ultrasound at 11 to 13+6 weeks gestation in normal and aneuploid fetuses. *Ultrasound of Obstetrics and Gynecology*, 2007; 30 (3): 259- 262.
- 62- Monteagudo A, Timor- Tritsch IE. Three and four- dimensional ultrasound in obstetrics and gynecology. *Current Opinion Obstet Gynecol*, 2007; 19: 157- 175.
- 63- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1: 307-310.
- 64- Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Meth Med Res* 1999; 8: 135-60.